SU LA VARIA INDOLE

DELLE

FORZE AGENTI NELL'UNIVERSO

SAGGIO

DEL CAV. LUCA DE SAMUELE CAGNAZZI

Tota hujus Mundi concordia
ex discordibus constat.
Seneca — Quaest. lib. VII. c. 27.

NAPOLI
DALLA STAMPERIA DELLA SOCIETA' FILOMATICA

1845.

PREFAZIONE.

Tutti gli eventi dell'Universo non sono che effetti delle sue forze in concorso o in opposizione fra loro. Il poter prevedere tali eventi è stato in ogni tempo lo scopo dello studio dell' uomo, affin di poter regolare la sua condotta pel suo benessere. Qualunque però sia stato il metodo adoperato nelle sue investigazioni, giammai non ha potuto egli ottenere risultamenti più certi delle sue premesse. Noi ammiriamo l'esattezza e la precisione con le quali vengono presagiti i moti e le fasi de' corpi celesti, che dal conflitto delle due forze centripeta e centrifuga sono animati, poichè esattamente ora conosciamo dalle osservazioni la quantità e le direzioni di tali forze. Tutta la Meccanica

Celeste progredisce ne' suoi risultamenti con eguale certezza, e così ogni altro meccanico processo, i cui dati sono del pari certi.

Ben di rado è però permesso all' uomo nelle sue investigazioni, fuori de' detti casi, adoprare dati certi e sicuri; ed allora conviene ch' egli ad essi supplisca dati probabili, desunti da replicate osservazioni, secondo l' indole speciale delle rispettive forze produttrici. Fu in ogni tempo questo il criterio con cui si procedeva nella ricerca del vero; ma da circa due secoli nell' adoprare i dati probabili, in vece de' certi, usar si volle il calcolo analitico, che è il processo logico più sicuro. Il primo fu Pascal che adoprò siffatto calcolo nelle probabilità delle vincite ne' giuochi di sorte, e quindi Format lo estese alle combinazioni. Eugenio ampliò questi calcoli, e scrisse la nota opera *De Ratiociniis in ludo aleae.* In seguito Giacomo Bernoulli pro-

pose a' Matematici varí problemi di probabilità in diversi generi, di cui in seguito diede la soluzione; e pubblicò la bella opera intitolata *Ars conjectandi.* Chi creduto avrebbe che il calcolo delle probabilità sulle prime adoprato ne' giuochi, esteso si sarebbe agli eventi naturali, morali e politici?

Tutti i Matematici insigni volsero indi la loro attenzione ad applicare il calcolo delle probabilità a varí eventi, che lungo sarebbe qui noverare; e si videro formole le più ingegnose adoperate nelle soluzioni di varì quesiti.

Con distinzione poi i signori Huddes e Wit in Olanda ed Halley in Inghilterra applicarono il calcolo alle probabilità della vita umana; e quest' applicazione fu ampliata in seguito dai signori Deparcieux, Kersseboom, Wargentin, Duprè de Saint-Maure, Simpson, Sussmilch, Messène, Mobeau, Price et Duvillard, i quali dopo aver raccolti molti interessanti

dati sul numero periodico delle nascite, morti e matrimonî, stabilirono il ramo statistico di probabilità, su cui si formarono le tavole che servono di norma ai contratti vitalizj e di assicurazioni di vita.

Mi pare necessario far qui osservare che per ben riuscire nella soluzione de' problemi giova basare i calcoli direttamente sulle forze produttive degli eventi che conoscer si vogliono, per non cadere in errori. Il signor Wallace, membro della Società di Edimburgo, verso la metà dello scorso secolo, desiderando indagare la quantità delle popolazioni degli antichi tempi, relativamente al presente (1), stabilir volle il calcolo su le seguenti supposizioni: che tutti gli uomini giunti alla età matura passino allo stato coniugale,

(1) *Essai sur la différence du nombre des hommes dans les temps anciens et modernes de M. R. Wallace et. c. A Londres* 1754.

e producano sei figli per coppia, l'una per l'altra, tre maschi e tre femine; e che di questi figli quattro ne restino in vita all'età adulta atti a poter propagarsi; e che ciò si esegua in trentatrè anni ed un terzo, talchè in un secolo vi sieno tre generazioni. Il calcolo fondato sopra queste supposizioni lo gittò in gravissimi errori. Evitar volendo io simili sbagli nel ragionare del progresso della popolazione di questo Regno in tutti i tempi (1), credei dover basare il calcolo sugli andamenti ordinarî delle forze produttive così dell' incremento, come del decremento periodico, ossia delle nascite e morti, e delle pervenienze ed emigrazioni degli abitanti, prendendo per sicuro dato l'eccesso positivo o negativo tra questi, e determinai con semplicità

(1) Si vegga il mio *Saggio sulla popolazione del Regno di Puglia de' passati tempi e del presente.*

la formola di soluzione per mezzo de'logaritmi (1). Ciò mostra quanto necessario sia evitare le supposizioni negli eventi, e tener conto delle forze primitive secondo la loro speciale indole; anzi è questo il modo come semplificare le formole, e renderle agevoli alla soluzione.

Per rendere poi sicuro il più che si possa questi calcoli, si credè utile dai Matematici valersi de' medj ne'casi di discordi osservazioni; ma ciò far devesi con molta precauzione, come fu notato dal signor Lagrange in una sua dotta Memoria, non che da altri insigni uomini; e ciò secondo la speciale indole delle forze produttrici. Tutte anzi le ne-

(1) Chiamata p la popolazione, n l'eccesso delle nascite sulle morti per ogni cento individui annualmente, x il numero degli anni in cui si raddoppia la popolazione, sarà $2p = p\left(1 + \frac{n}{100}\right)^x$. Si vegga la *Memoria sul periodico aumento delle Popolazioni*, da me letta nella R. Accademia delle Scienze di Napoli a' 16 aprile 1819.

cessarie precauzioni da serbarsi nel calcolo de' probabili si desumono dalle costoro Memorie, e con ispecialità da quanto fu scritto da ambi i Bernoulli, ed ultimamente del Conte Laplace (1).

Finchè il calcolo ed i ragionamenti si sono contenuti fra gli eventi naturali, si sono poste a calcolo le rispettive forze senza distinzione; ma era però conveniente denudarle, e riconoscerne gli andamenti speciali, ossia la loro indole, per semplificare, come ho mostrato, la soluzione de'quesiti. Estendendo quindi le investigazioni a'privati pensamenti ed azioni, ed a'voti anche ed alle decisioni delle politiche assemblee, ed a'giudizj de' tribunali, conveniva riconoscere ed analizzare l' indole delle altre forze da porsi a calcolo, ciò sono le intellettuali, le morali, le

(1) Si veggano di esso Autore, la *Thèorie analytique des probabilités*: Paris 1812; e *Essai philosophique sur les probabilités*: Paris 1816.

economiche e le politiche, in seguito di quelle naturali, per potere analogamente pervenire alle soluzioni prossime al vero. Ecco lo scopo di questa mia opera.

Conosco che essa meritava uno scrittore assai più dotto, e meno vecchio di me, che ho già da un anno oltrepassato l'ottagesimo. Io per altro non ho fatto che un *Saggio*, ossia un abbozzo informe, che da altri perfezionar si potrà, e rettificare a misura che le cognizioni cresceranno. Io non ho creduto dover portar meco nella tomba molti pensamenti che su tal subbietto mi trovo aver ragunati, ma esporli nel miglior modo che mi è stato possibile.

Nel trattare dell'indole delle varie forze, non ho creduto dover entrare in tutte le teoriche di ciascun ramo scientifico, ma esporne semplicemente quelle che ho stimate opportune al mio scopo; poichè ho supposto il mio lettore ben istruito in tali teoriche, o capace di desumerle

dai rispettivi trattati. Per gli altri poi a ciò insufficienti ogni mia spiegazione sarebbe stata inutile.

Dopo tali mie proteste, resto abbastanza giustificato contra qualunque critica far mi si voglia; e ciascuno avrà presente che io non per vanità letteraria ho scritto, ma pel desiderio di rendermi utile a' miei simili; per cui conchiudo colle precise parole di Seneca: *Mihi ista acquisita, mihi laborata sunt; sed agamus bonum patremfamilias, faciamus ampliora quae accepimus; major ista haereditas a me ad posteros transeat. Multum adhuc restat operis, multumque restabit; nec ulli nato post mille saecula praecludetur occasio aliquid adhuc adiiciendi.* Epist. 64.

INTRODUZIONE

L' Universo è un composto di esseri materiali, ed immateriali; vi sono in conseguenza le forze che agiscono sui primi, e quelle che agiscono sui secondi. Comincio dal parlare delle forze agenti sulla materia.

La materia non ha altra attività che il *moto*. Può essere questo di tutta la massa del corpo esternamente da un sito all'altro, o internamente, quando, senza muoversi la massa da un sito all'altro, le sue particelle cambiano sito a vicenda nel luogo stesso, il che dicesi *mistione*. Tutte le attività che si veggono nella materia apparentemente, in ultima analisi si riducono a moto interno o esterno.

Le forze motrici in due modi agir possono su i corpi, o attirandoli, come se legati fossero da

un laccio ; o spingendoli , come si farebbe con un' asta. La prima dicesi *forza attrattiva*, e la seconda *forza repulsiva*.

Nell' esaminare l'indole di tali forze, potremo essere contenti, attesa la debolezza del nostro intendimento, se ci riesce poter conoscere il modo come ciascuna agisce, a differenza delle altre, ed il suo speciale scopo, e se sia causa o effetto di altra. In questo secondo caso ricercar bisogna la causa precedente, e così in seguito, finchè si possa. Per un' analogia possiamo figurarci una serie di palle elastiche a contatto ; e si sa che percossa la prima, l'effetto si palesa nell' ultima: poichè l' azione della percossa impressa alla prima si comunica alla seconda , e da questa alla terza , e così in seguito : vale a dire che la forza della percossa man mano si propaga dalla prima all' ultima successivamente , talchè l' azione della seconda palla è effetto della prima , ed è causa della terza , e così in seguito. In tale supposizione, vedendo muovere l' ultima palla, ci riesce conoscere la forza esserle stata comunicata dalla precedente , e così in seguito, finchè giugnamo a quella prima palla animata dalla mano invisibile del Creatore. Nell' esame dunque dell' indole di ciascuna forza potremo essere con-

tenti, ripeto, di conoscere, per quanto lo stato attuale delle scienze ci permette, il modo come essa agisce, e se sia causa o effetto di altra, senza mai poter pervenire alla causa prima.

Nel ragionare io mi varrò delle cognizioni e teorie che lo stato attuale dello scibile mi somministra, persuaso che il mio lettore le conosca; il perchè nelle occorrenze non mi tratterrò a dimostrarle.

Pria d' intraprendere l' assunto giova qui riportare alcune conseguenze generali, riconosciute col comune criterio ed esperienza.

I. » Gli effetti sono sempre proporzionali alle » loro cause; quindi è che al variare le cause » nel più o nel meno, variano parimenti gli » effetti. » Le cause crescer possono nella intensità o nel numero. Possono esse cause essere omogenee ed eterogenee, purchè concorrano allo stesso scopo. In tale concorso di cause, così ad eccitare l' azione, come a frenarla, l' effetto è sempre nella ragione del prodotto delle cause, o che agiscano unitamente o separatamente dal principio, o che successivamente sopravvengano, senza che le prime cessino.

Siccome poi l' effetto prodotto è nella ragione di tutte esse cause, così questo è divisibile nella

ragione di esse cause; quindi è che se due sono le cause agenti ad un effetto, conosciuto il valor dell'una, si viene in chiaro del valore dell'altra, e così se sono molte.

Quando ad un effetto concorrono una o più cause, ed all'opposto effetto concorrono anche una o più cause, allora sarà l'effetto secondo la parte eccedente, ossia in ragione della somma maggiore meno l'opposta minore.

II. » La materia è inerte, ossia non ha per » sè naturalmente alcuna forza o impulso a cam- » biare il suo stato di quiete o di moto o di » direzione nel moto, purchè non sia anima- » ta da una forza interna o esterna. » L'unico effetto, ossia azione, che conosciamo nella materia è il moto, ossia il passaggio di questa da un sito all'altro nello spazio mondano, come abbiamo detto; e dessa materia è inerte: onde per eseguire questo passaggio da un sito all'altro ha bisogno di una interna o esterna forza. È in moto un corpo mentre esegue il detto passaggio da un sito all'altro. Per la stessa inerzia la materia posta in moto continuerà in tale azione, finchè un'altra forza non venga ad opporsi alla prima, e la ponga in quiete. Per la stessa ragione, continuando la materia a muoversi secon-

do una direzione in vigor di una forza, non può cambiar direzione, senza che venga altra forza a costringerla a ciò, o ad un tratto formando angolo colla prima direzione, o successivamente agendo a minimo angolo colla prima direzione, formando una curva, come succede ai Pianeti intorno al Sole.

III. » Alla forza che esegue un' azione cor- » risponde sempre una eguale reazione in oppo- » sta direzione. » Se io spingo il muro con un' asta, il muro spinge me oppostamente. Se io lego una fune ad un muro, e tiro questo muro, il muro tira me verso lui. Per essere di ciò persuasi basta fare quanto ho detto mentre si sta in un battello vicino al lido: se noi spingiamo il muro con l'asta, il battello si scosterà dal muro, perchè respinto da questo; e se si tira la fune ligata al muro, il battello si accosterà al muro, perchè da questo tirato.

Questi tali effetti sono così chiari, che aver si possono come assiomi, ma non così la seguente verità, anche necessaria al mio assunto, a comprender la quale basta una lieve cognizione geometrica.

Qualunque attività o forza, come in esempio la luce, che parte da un punto come centro, e spande i suoi attivi raggi nella sfera di esso

centro, è naturale che vada diminuendosi in ragione della espansione ossia diradazione di essi raggi. Questa espansione vien misurata dalla superficie di essa sfera, che incontra i detti raggi. È noto ai Geometri che le superficie sferiche sono il quadruplo de' cerchi dello stesso raggio, ed i cerchi sono tra loro come i quadrati de'raggi; dunque le attività, o forze, che partono da un centro, s' indeboliscono nella ragione inversa de' quadrati delle distanze. Un lume alla distanza di due palmi splende come nove, alla distanza di tre palmi splende come quattro.

CAPITOLO I.

DELL' INDOLE DELLA UNIVERSALE ATTRAZIONE O FORZA CENTRIPETA.

La prima delle forze della natura, che più colpisce i sensi dell' uomo, è l' universale attrazione della materia, detta *gravità*, la quale è costante ed inerente alla materia per quanto conosciamo, e la costringe a riunirsi il più che può. Non è già che tale forza creder si debba come essenziale alla materia, talchè concepir non si possa materia senza gravità, ma tale la veggiamo nella materia grossolana. La luce, il calore, l' elettricismo, il magnetismo sono per lo contrario *imponderabili*, perchè si è veduto che non obbediscono alla gravità; ma non si può in verità dir ciò a rigore, giacchè essendo tali materie assai sottili, e dotate altresì di possenti attività, possono queste prevalere sempre ed attutire quella di gravità. Sonovi anche de' Fisici che credono tali materie, dette *imponderabili*, non materie distinte, ma attività o affezioni delle materie ponderabili.

Questa generale attrazione prende varie deno-

minazioni, secondo che si considera nelle differenti circostanze. Dicesi *gravità* la tendenza della materia a concorrere in un centro; *gravitazione* la mutua attrazione de' corpi celesti; *peso* la forza che fanno i corpi in ragion della quantità di materia che contengono; *peso specifico*, risguardato questo stesso peso minorato dall' azione del peso del fluido in cui si trovano essi corpi.

L' attrazione universale nel nostro sistema solare agisce in modo, che la massa solare, essendo mille volte più di quella di tutti i Pianeti e Comete presi insieme, (1) sono questi attratti da

(1) Giove, che è il più grande di tutti i Pianeti, ha la sua massa $\frac{1}{1067,09}$ di quella del Sole.

Saturno $\frac{1}{3359,40}$ di essa massa

Urano $\frac{1}{19504}$

La Terra $\frac{1}{329809}$

Venere $\frac{1}{383137}$

Marte $\frac{1}{1846082}$

Mercurio $\frac{1}{2025810}$.

essa massa colla direzione al suo centro, percui fu detta *forza centripeta.* Or questa attrazione, essendo una forza che parte da un punto, e si diffonde intorno, è nella ragione inversa de' quadrati de' raggi, come si è veduto; onde la sua azione sopra tutti i corpi celesti del suo sistema è nella ragion inversa de' quadrati delle loro distanze (1).

Le masse di Giunone, Cerere e Pallade non si sono finora conosciute.

La massa de' Satelliti di Giove è appena $\frac{2}{100000}$ della massa di esso Pianeta,

e con ciò circa un $\frac{1}{2000000}$ della massa del Sole.

Quella de' Satelliti di Saturno non si è ancora calcolata, ma è assai meno di quella de' Satelliti di Giove.

La massa della Luna essendo $\frac{1}{68.5}$ di quella della Terra, è $\frac{1}{24000000}$ di quella del Sole. Tutte le Comete che si conoscono, o che suppor si vogliano, sono anche una picciolissima massa in riguardo a quella del Sole. Si vegga *Systeme du Monde par Laplace.*

(1) Coloro che la scienza degli Astri conoscono colle matematiche teorie, sanno che il diametro del Sole è 112 volte maggiore di quello della nostra Terra, ed il volume in conseguenza 1,364928 volte più grande.

Nel modo stesso che l'attrazione universale agisce nel sistema solare, attirando i corpi compresi in questo spazio verso il centro del Sole nella inversa ragione de' quadrati delle distanze da esso centro, così agisce sulla superficie della nostra Terra, attirando i corpi che sono su di essa nella inversa ragione de' quadrati delle distanze dal centro della medesima. Non così però sono attirati i corpi che sono al disotto della superficie di essa Terra, ossia nelle profondità; poichè su questi agisce in contrario l'attrazione degli strati soprapposti; onde è la forza di attrazione al centro meno quella degli strati superiori. Ed allorchè un corpo giugnesse al centro della Terra, resterebbe immobile, perchè sarebbe attirato per ogni verso egualmente. Che l'attrazione sia in ragion della materia lo veggiamo da che i pendoli nelle falde delle grandissime montagne declinano un poco dalla perpendicolare verso esse montagne. Per essere poi l'attrazione universale, ossia la gravità in ragion di tutta la materia, avviene che i corpi sono attirati da tutte le parti della Terra, e con ciò alla direzione del centro di questo.

Che questa attrazione universale agisca anche a distanze massime, come veggiamo ne' corpi celesti, ci fa somma meraviglia, avvezzi a vedere,

che i corpi si attraggono tra essi quando siavi un ligame che li tiri scambievolmente. Lo stesso immortale Isacco Newton dovè contentarsi di ammirare tale forza, e confessare essere un arcano imperscrutabile. Non manca chi crede essere l'Universo intiero ripieno di una materia sottilissima ed imponderabile, ma sommamente attiva. Senza un tale mezzo non potrebbe propagarsi istantaneamente la luce, la quale, o è un' altra simile sostanza, che in questo mezzo si propaga per emanazione, o è un moto oscillatorio che s' imprime al detto mezzo dai corpi celesti luminosi. Se tale fluido sottilissimo, ove pur esista nell'Universo, possa essere anche mezzo all' azione della universale attrazione della materia ne' corpi celesti, è del pari dubbioso. Contentiamoci dunque di ammirare questa universale forza nell'Universo, e vederne i suoi risultamenti e conflitti colle altre forze.

CAP. II.

DELL' INDOLE DELLA FORZA CENTRIFUGA.

Se la sola forza di gravitazione, detta anche *centripeta*, agisse nel sistema solare, tutti i Pianeti primarj e secondarj, e tutte le Comete si sarebbero già aggruppati col Sole, costituendo una sola massa; onde è che da un'altra forza, detta *centrifuga*, sono essi animati, e con questa girano intorno al detto Sole; e del pari i Pianeti secondarj girano intorno ai primarj. Secondo il limitato nostro pensare sembra che il Creatore abbia data alla materia pria l'attrazione generale, ossia *la forza centripeta*, e quindi quella centrifuga parziale; perchè se questa fosse stata prima, la materia si sarebbe subito dispersa. Non nego che il Creatore colla sua Onnipotenza potè anche creare la materia de' nostri Pianeti dotata nel tempo stesso di ambe le forze; ma supponiamo, secondo il nostro pensiere, che la forza centrifuga sia stata data posteriormente.

Posto ciò, giacchè nulla il Sagro Testo su questo ci dice, i Filosofi han voluto avanzare delle congetture sul come possa essere avvenuto.

Non nego essere queste assai stravaganti, e contro il probabile; laonde mi restringo a menzionare le meno improbabili, se contentar non ci vogliamo della totale ignoranza delle operazioni del Creatore.

Sonovi de' Filosofi che credono la forza centrifuga poter essere una derivazione da quella centripeta, ossia di gravità. Ammettendo la materia in istato di liquidità, come pare essere stata un tempo, ed avendo esito da un lato, come avviene al liquido di un vase forato lateralmente, che acquista la forza di projezione per sua natura, ed attirato quindi dalla gravità abbia formata una curva; così han creduto, che la materia costituente i Pianeti siasi posta in giro con tali due forze. Questo è un parlare indeterminato e vago; giacchè tale forza di projezione non sarebbe che un debole effetto della stessa forza centripeta, da cui sarebbe in poco smorzata; nè potrebbe entrare in tal conflitto colla medesima da poter costituire le orbite costanti de' Pianeti.

Il signor Laplace (1) ci avverte, che nel voler avanzare qualche congettura sulla causa dei

(1) *Systeme du Monde Tom. II. p.* 298.

movimenti primitivi del nostro sistema planetario, si debbano aver presenti questi cinque fenomeni: 1. I movimenti de' Pianeti nel medesimo senso, e quasi nello stesso piano. 2. I movimenti de' Satelliti nel medesimo piano di quello de' Pianeti primarj: 3. I movimenti di rotazione di questi differenti corpi, e del Sole, nel medesimo senso che il loro movimento di projezione, ed in un piano poco differente. 4. La poca eccentricità delle orbite de' Pianeti primarj e secondarj. 5. In fine la grande eccentricità delle orbite delle Comete, e la loro inclinazione senz' alcuna regola.

Il detto insigne Astronomo prende ad esaminare l' ipotesi del signor Buffon, come parto di un Genio assai fecondo. Suppone questo Naturalista che una Cometa cadendo sopra del Sole, abbia separato un torrente di materia liquida infocata; che quindi essendosi questa in distanza divisa in diverse masse più o meno grandi, e più o meno distanti dal Sole, tali masse ridotte a globi, divenuti solidi ed opachi col raffreddamento, sieno i Pianeti.

Osserva il signor Laplace che questa ipotesi del signor Buffon soddisfà solamente al primo de' cinque fenomeni già detti, poichè tutti i glo-

bi che si credono così formati, si trovano muoversi presso a poco nel piano che passa pel centro del Sole, che sarebbe quello della direzione del torrente della materia che gli avrebbe prodotti. Gli altri quattro fenomeni sembrano incombinabili con la predetta ipotesi. In fatti, egli dice che il movimento assoluto delle molecole di un Pianeta dovrebbe essere allora diretto nel senso del movimento del suo centro di gravità; ma da ciò non ne siegue, che il movimento di rotazione del Pianeta sia diretto nello stesso senso: così la Terra potrebbe girare da oriente in occidente, ed intanto il movimento di ciascuna delle sue molecole sarebbe diretto da occidente in oriente. « Questo che io dico, soggiugne lo stesso Astronomo, del movimento di rotazione de' Pianeti si applica al movimento di rivoluzione de' Satelliti, la cui direzione nella detta ipotesi non è necessariamente la stessa che quella di projezione de' Pianeti ».

Dice inoltre lo stesso Autore che la poca eccentricità delle orbite planetarie è non solamente difficilissima a combinarsi coll'ipotesi del Buffon, ma l'è intieramente contraria. Dalla teoria delle forze centrali risulta, che se un corpo vien mosso in una curva rientrante intorno al Sole,

che rada la superficie di questo grande Astro, esso ritornerà costantemente in ciascuna delle sue rivoluzioni. Da ciò siegue, che se i Pianeti fossero stati in origine distaccati dal Sole, essi lo toccherebbero in ciascuna delle loro rivoluzioni, e le loro orbite lungi di essere di ellissi approssimantisi al cerchio, sarebbero assai eccentriche. È ben vero, che un torrente di materia fusa staccata dal Sole non può essere esattamente paragonato ad un solido globo che rada la sua superficie, poichè l'impulsione che le parti del torrente abbiano potuto ricevere e la loro reciproca attrazione può credersi che abbiano potuto far cangiare direzione ai loro movimenti, ed allontanare dal Sole il loro perielio; ma le loro orbite avrebbero dovuto essere sempre assai eccentriche; o almeno si dovrebbe supporre un altro caso straordinario, per lo quale esse orbite avessero ricevuta una picciola eccentricità, come osserviamo. In fine non si scorge dall' ipotesi del Buffon perchè le orbite delle Comete, di cui fin ora ne conosciamo circa ottanta, sieno tutte assai allungate. Questa ipotesi dunque non combinandosi co' fenomeni già detti, vediamo, dice l' illustre Astronomo Laplace, se avanzar possiamo qualche altra congettura sullo stess' oggetto.

Qualunque sia stata la natura di questa causa, dice egli, che ha prodotto e dirige il moto de' Pianeti e dei loro Satelliti, convien dire che unica sia stata, come sembra, in origine; come essi corpi sono situati a grande distanza, così altro non potè formarli che un fluido d'immensa estensione. Per aver poi dato loro un movimento quasi circolare intorno al Sole nel medesimo senso, bisogna dire che questo fluido abbia circondato l' astro come un' atmosfera. L'esame de' movimenti planetarj ci porta a credere che in virtù di un calore eccessivo l' atmosfera del Sole siasi in origine estesa al di là delle orbite di tutti i Pianeti, e che essa siasi quindi raffreddata, e ristretta successivamente fino ai limiti attuali. Ci serva di argomento alla possibilità di simili straordinarie cause l' aver veduto riplendere con viva luce la famosa Stella nella costellazione Cassiopea, nel 1572; il che durò per più mesi; e quindi ritornò essa al suo stato ordinario.

La grande eccentricità delle orbite delle Comete ci porta allo stesso risultamento. Da questa nasce evidentemente la sparizione di un gran numero di Comete di orbite meno eccentriche; il che fa supporre un' atmosfera intorno al Sole,

che si estende al di là del perielio delle Comete osservabili, e che distruggendo il moto di quelle che l' hanno attraversato durante la sua grande estensione, le ha riunite al Sole: quindi è che ora non debbano esistere che le Comete che erano al di là di questo intervallo. E siccome noi non possiamo osservare che le Comete che si avvicinano di molto al Sole nel loro perielio, le loro orbite debbono essere assai eccentriche; ma nel tempo stesso si vede che le loro inclinazioni hanno delle irregolarità, come se questi corpi fossero stati lanciati all'azzardo, poichè l' atmosfera solare non ha in conto alcuno influito sui loro movimenti. Colla supposizione di quest' atmosfera solare ben si spiegano la lunga durata de'periodi delle Comete, la grande eccentricità delle loro orbite e la varietà delle loro inclinazioni.

Ma come quest' atmosfera solare ha potuto determinare i movimenti di rivoluzione e di rotazione de' Pianeti? Siegue lo stesso insigne Astronomo: « Se questi corpi fossero entrati in questo fluido, la sua azione gli avrebbe fatti cadere sopra del Sole. » Si può dunque congetturare che essi Pianeti sieno stati formati ai limiti successivi di quest' atmosfera, per la condensazione delle zone ch' essi han dovuto abbandonare nel

piano del loro equatore, raffreddandosi e condensandosi nella superficie ciascun astro, come esso Autore espone precedentemente nella sua opera. Si può anche congetturare che i Satelliti sieno stati formati in un modo simile dalle atmosfere de' rispettivi Pianeti. I cinque fenomeni esposti si uniformano naturalmente a queste ipotesi, alle quali gli Anelli di Saturno aggiungono un nuovo grado di probabilità.

Che che ne sia di questa idea dell'origine del sistema planetario, si protesta l'Autore di presentarla con quella diffidenza che deve inspirare tutto quello che non è un risultamento di osservazioni e calcoli. Certo è però, che gli elementi su cui si poggia le danno verisimiglianza più che ad ogni altra ipotesi.

Che la materia componente i Pianeti del nostro sistema sia stata staccata dal Sole, pare ben certo; ma come tale separazione sia avvenuta noi ignoriamo, e molto più come abbiano concepita una forza centrifuga così potente i Pianeti, da stabilire i movimenti attuali, che sorprendono l'umano intendimento. La Terra in un anno descrive l'orbita di miglia italiane, di 60 a grado, 2070,898800, talchè in ogni batter d'occhio corre sette miglia.

Se continuar vogliamo a dar corpo alle supposizioni, creder possiamo tale separazione dovuta a quelle tali straordinarie forze espansive, che in miniatura la natura ci ha mostrate su questo Globo colla sollevazione di alcune montagne (1). Questa tale forza potrebbe essersi eccitata nella immensa massa del Sole da straordinaria conflagrazione, come quella che si vide nella Stella della costellazione Cassiopea nell' anno 1572, come ho detto, la quale è parimente un Sole. Come poi i Pianeti abbiano presa colla projezione la direzione tangenziale da produrre le speciali orbite, resta tuttavia ignoto, se non si voglia ammettere l' ipotesi del Sig. Laplace dell' atmosfera solare.

Girando poi la massa de' Pianeti e delle Comete intorno al nostro Sole con forza centrifuga, deve reagire questo nella inversa ragione delle

(1) Senza entrare a discutere, se la formazione di una classe di montagne sia dovuta al sollevamento per espansione vulcanica, o altrimenti sulla superficie, ossia sul nucleo del nostro Globo, ma solamente avendo presente la formazione del Monte Nuovo vicino Pozzuoli, e la nuova Isola Ferdinandea, surta nel mare prossimo alla Sicilia, ed indi sparita, possiamo avere come possibile tale forza espansiva terrestre.

masse secondo le leggi meccaniche; onde è che il Sole descrive una picciola ellissi assai variabile attorno al centro di gravità comune di tutto il sistema planetario, il quale si trova quasi alla sua superficie, ossia distante circa un raggio solare dal suo centro di gravità particolare; ma per altro differisee secondo la rispettiva posizione in cui si trovano tutti i Pianeti, e principalmente i più grandi, cioè Giove e Saturno; non potendo però differire più di un diametro solare, quando anche tutti i Pianeti si trovassero nel medesimo piano coi loro centri di gravità, e dallo stesso lato. Gira il Sole inoltre intorno a se medesimo in 25 giorni e mezzo circa.

Oltre a questo moto ne ha il Sole con tutto il suo sistema un altro di trasferimento nell'immenso spazio celeste, il quale moto i nostri posteri potranno ben misurare, giacchè la recente data del nostro scientifico incivilimento e delle osservazioni ciò non ancora ci han permesso di fare, ma solo lo ha reso sensibile, e pare diretto verso la costellazione Ercole. Questo movimento, come quello delle Stelle chiamate *fisse*, sebbene non si ravvisi co' nostri sensi, e con ciò sia contrario alle idee volgari, vien però dimostrato dalla Geo-

metria e dalla Meccanica Celeste. I soli ignoranti ed i semidotti possono richiamare in dubbio questi moti. Gli Astronomi sono già certi che la Stella Arturo, di prima grandezza, abbia il suo moto di trasferimento, che si valuta di circa ottanta milioni di leghe per anno. Con quali forze sia nato questo moto di trasferimento del Sole con tutto il corredo de' suoi Pianeti e Comete, e quello delle altre Stelle, che sono tanti Soli, chi può indovinarlo!... Noi veggiamo l'apparizione e l' occultamento di un gran numero di Comete e di Stelle, le quali si accendono ed aumentano di chiarore, come altre si estinguono: sono questi fenomeni massimi per l' uomo, minimi per la loro condizione e durata, ma che forse preparano differente esistenza a' nostri posteri. Chi sa se tutti questi Astri erranti, che vengono a traversare il nostro sistema solare, picciolo nell' infinito spazio celeste, ma immenso pel nostro pensare, e di cui pochi hanno una giusta idea, non sieno tanti Soli estinti o Stelle prive della loro luce? (1).

(1) L' uomo insuperbito sopra questa Terra di poche cognizioni, che gli ha somministrate la breve durata della vita sociale, che gli mostra la storia, ha ardito credere

Comunque i Pianeti primarj abbiano avuto la loro origine ed il movimento di rivoluzione intorno al Sole nel modo che veggiamo, pare certo che i loro Satelliti sieno stati formati dalla rispettiva massa intorno a cui si muovono, e probabilmente collo stesso meccanismo di qualche espansione prodotta dal calorico straordinariamente eccitato, e capace di staccare porzione della loro materia, la quale animata dalla projezione e dall' attrazione di essa massa abbia acquistato il movimento già detto. Considerando la Luna, non pare strano che siasi formata dalla massa terrestre, poichè la massa di essa Luna non è che $\frac{1}{68,5}$ parte della massa terrestre; onde se si suppone che le tante altissime montagne sieno nate da dilatazioni o mosse vulcaniche avvenute nella superficie del nucleo terrestre, non deve sembrare un assurdo che la massa della Lu-

stabile l' ordine delle cose della natura ne' suoi andamenti, e credere in conseguenza impossibile una crisi che distrugga questo Pianeta, ed anche il Sole, come le Sagre Carte profetizzano; ma egli erra di gran lunga! *Sapientia enim hujus mundi stultitia est apud Deum. Part. Corint.* c. 3. v. 19.

na abbia potuto essere divisa dalla Terra in simil modo.

Oltre ai movimenti di rivoluzione che hanno i Pianeti primarj intorno al Sole, e' quelli secondarj intorno ai loro primarj, è da riflettersi, che sebbene sieno essi moti nel medesimo senso che il movimento di projezione, pure possono essi aver origine da differenti cause. È ben noto che un corpo prende scorrendo naturalmente il moto rotatorio, sempre che l' urto di projezione è stato in un punto differente dal centro di gravità, come la meccanica c' insegna; ed il moto rotatorio fassi propriamente per quella parte verso la quale ha ricevuto l' urto. L' essere tutti i moti rotatorj nello stesso senso di quello di projezione potrebbe farci credere che tutti abbiano avuto l' urto nel modo stesso.

Considerato il moto rotatorio della Luna, si vede non essere che lo stesso di quello della sua rivoluzione intorno alla Terra, e pare che la parte che guarda la Terra sia a questa ligata. È da credersi che l' urto che ricevè la Luna nel distaccarsi dalla Terra sia stato o nel centro di gravità o in tutta la faccia, per cui non concepì moto di rotazione; ovvero che la faccia che guarda la Terra sia più densa, e perciò più attirata.

Tutti i conflitti di queste varie forze de' Pianeti sono stati esaminati, e costituiscono la scienza della Meccanica Celeste. In essa è compresa la scienza dell' esto marittimo, che si è potuto sottoporre a calcolo. L' esto poi dell' atmosfera è ribelle fin ora alle nostre indagini per le tante altre forze che vi concorrono.

CAP. III.

DELL' INDOLE DELLA FORZA DI COESIONE IN GENERALE.

La *coesione* non è una forza motrice; ma ciò non ostante qualche cosa io debbo dirne, o più tosto rammentare; poichè è dessa che tenendo riunite le particelle de' corpi, senza permettere che si separino, mantiene l'ordine come veggiamo sopra la Terra, in altro caso questo Pianeta non sarebbe che un confuso ammasso di polvere e di liquido, come appare che sia stata nella sua origine. Si crede da alcuni che questa coesione non sia che una modificazione della generale attrazione. Sia comunque, noi dobbiamo considerarla ne' suoi effetti, i quali sono varj e dipendenti dal modo come le particelle sono nei varj corpi connesse.

Pria di tutto è da notarsi, che esse particelle non sono in verun corpo in sì perfetto contatto tra loro da non restarvi interstizj, ossia pori; poichè non vi è corpo che non possa riscaldarsi, vale a dire, che non abbia pori per li quali possa insinuarsi il calorico. Non si deve però concluderne che il calorico s' intrometta ne' corpi in ragione della loro porosità, ma in ragione di una particolare affinità che ha il calorico colle differenti materie.

Essendo la gravità in ragione della quantità della materia, quindi è che due corpi, sebbene sieno dello stesso volume, pure il loro peso è in ragione della quantità della materia che ciascuno contiene: il che dicesi *gravità specifica*, la quale è in ragione inversa della rispettiva porosità.

Le molecole prive di coesione sono nello stato di finissima polvere, o liquide. In questo stato sono nel caso di esercitare la loro attrazione con altre sostanze. Noi veggiamo che i liquidi si attaccano alle superficie degli altri corpi coi quali sono a contatto; vero è però che ciò è anche in ragione di particolare affinità. Certo è che per rendere efficace queste particolari affinità che hanno le molecole di alcuni corpi con altre di altri corpi, bisogna distruggere la loro coesione.

Dal modo come sono connesse le molecole dei corpi risulta la loro varia consistenza. Vi sono di quelli le cui molecole a qualunque urto non cambiano posizione tra loro; e sono questi i corpi duri: ma di questi all'intutto duri non ne abbiamo. Altri corpi hanno le loro molecole connesse in modo, che compresse cedono, cambiando la loro posizione relativamente alle altre, e restano così; e son dessi i corpi molli, o duttili. Altri finalmente hanno le particelle capaci di compressione, ma cessata la forza che le comprime, si restituiscono al primiero stato; e questi sono i corpi elastici: ma di questi perfettamente elastici non ne abbiamo.

La forza di coesione è varia secondo la varietà delle materie, sia per una speciale attrazione delle molecole, sia pel modo come son desse connesse. Vi sono de' corpi fragili, i quali con replicati colpi di martello o di pistello si polverizzano, o si scindono in pezzi con ordigni taglienti, e ciò perchè le molecole non sono soverchiamente tra loro aderenti. Altri corpi perdono la coesione con l'immersione in alcuni opportuni liquidi, i quali penetrando per gli loro pori, allontanano le particelle dal loro mutuo contatto. La stessa operazione fa generalmente il ca-

lorico, che insinuandosi ne' pori, rende liquide tali materie.

La sonorità che si attribuisce ai corpi dipende dalla coesione delle sue molecole, le quali coll' urto e con altri modi acquistano il fremito od oscillazione, che comunicano all' aria circostante, che cagiona il suono.

Si distinguono generalmente i corpi in semplici e composti. I primi si reputano quelli composti di particelle simili, ed i secondi quelli composti di particelle di differente natura. Entrambi questi hanno le particelle riunite con la forza di coesione. Questa forza varia d' intensità secondo la natura di essi corpi. In alcuni tal forza di coesione ritiene le molecole con tanta energia da costituire una eccessiva solidità; in altri essa debolmente e variamente ritiene le particelle nello stato di solidità; in altri infine esse particelle sono nello stato di liquidità, o aeriforme.

È naturale la credenza che se la coesione agisse sola senz' alcuna opposizione, tutti i corpi sarebbero di una solidità e durezza senza limiti; ma considerando la forza del calorico, che invade tutta la materia, ne risulta la varietà di coesione. Ecco due forze che sono in conflitto secondo la natura de' varj corpi; poichè in alcu-

ni è maggiore, ed in altri è minore la forza di coesione; ed in alcuni il calorico è più facile a penetrare e permanervi, ed in altri meno. Quando queste due forze sono in equilibrio, vale a dire che una non prevale su l' altra, ne risulta lo stato di liquidità. Credono alcuni che lo stato di equilibrio ne' corpi tra le dette due forze sia lo aereo. Vero è che una materia per mescersi con altra bisogna che non abbia coesione: e ciò si ottiene per alcune materie rese liquide; ma per altre vi è bisogno di calore: ecco perchè queste nello stato liquido pare che non abbiano perduta tutta la coesione.

L' indole della coesione de' corpi è varia sotto l' azione meccanica. Molti si frangono alla pressione ed agli urti. I minerali sono di tale fatta; ed è della massima importanza conoscere fino a quale grado giunga la forza di coesione delle pietre che adoprar si debbano ai grandi edifizj, perchè non restino schiacciate. Così del pari conoscer devesi la coesione de' varî metalli da coloro che li lavorano; e del pari conoscer devesi quella de' varj legni da' costruttori di questi.

Lo stato di liquidità de'corpi e quello aeriforme dipendono dall' azione del calorico, che prevale sulla loro coesione, e si frappone tra le mo-

lecole. Può anche un fluido fare lo stesso uffizio del calorico; e così avviene, come è ben noto, alle materie disciolte nell'acqua o in altri liquidi; e quindi le molecole di queste materie disciolte perdono del pari la coesione che aveano. Nello stato dunque in cui le molecole, per la frapposizione del calorico o di qualche liquido, si mantengono disciolte senza coesione, se lentamente si privano della sostanza che le tiene disciolte, sono allora costrette ad avvicinarsi; ed allora prevale una tendenza speciale nelle molecole di ciascuna sostanza a combinarsi in una forma costante detta cristallo; poichè alcune di queste sono trasparenti. Nella formazione de' cristalli con la soluzione di un qualche sale, e precisamente dell' idroclorato di ammoniaca, bagnando un vetro ed esponendolo al microscopio solare, a misura che si evapora l' umido, si veggono muovere le particelle e formare i cristalli accostandosi a vicenda, e lasciando lo spazio vuoto tra un cristallo e un altro.

La cristallizzazione non è altro che una particolare forza di affinità che hanno le particelle semplici di una sostanza di comporsi in una forma stabile, tostochè sieno esse in istato di poterlo fare. Come questa forza di aggregazione agisca, non ci è permesso poter conoscere.

Alcuni de' cristalli sono trasparenti, come quelli de' sali; altri sono opachi, come quelli de'metalli, e delle terre. Oggidì si crede che tutte le sostanze abbiano la loro cristallizzazione, ma che altre materie miste, o altre condizioni nel disseccarsi manchino a permetter loro la libera combinazione.

È degna di considerazione la forza di alcune sostanze, che sciolte con altre in un liquido, nel cristallizzarsi, si separano da queste. Se, per esempio, il nitro ed il sale comune si sciolgano ambi nella stessa acqua, il nitro in seguito si cristallizza separatamente dal sale marino. Vero è che tra i cristalli di un sale si trovano di quelli dell' altro; ma non si forma un cristallo composto da ambi i sali. Ciò mostra che l' affinità delle particelle di ciascun sale prevale a quella della lor composizione. I processi che la Chimica usa per estrarre le sostanze semplici, sono tutti diretti a far prevalere nelle sostanze l' affinità delle loro molecole semplici tra loro, sopra quella che tali molecole aver possono con quelle di differente natura.

CAP. IV.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DI AFFINITÀ.

Le molecole semplici de' corpi hanno alcune volte una forza di affinità tra loro, per la quale si separano da quelle degli altri corpi, come abbiamo veduto avvenire nelle cristallizzazioni. Ma bene spesso esse molecole hanno maggiore affinità di combinarsi con altre molecole: e ciò lo veggiamo nelle soluzioni; poichè se ciò non fosse, non vi sarebbero corpi solubili ne'liquidi. È ben poi noto che tutti i corpi hanno affinità col calorico, che gl' invade, fino a discioglierli. Tutta la Chimica, e tutte le arti da questa dipendenti si fondano sulla ineguale forza di affinità delle materie; perchè, se tutte le materie de' corpi avessero tra loro la stessa forza di affinità, non si potrebbero separare, e ricomporre i corpi secondo il nostro bisogno. Non è del mio proposito di menzionare quali sieno i principj, o sostanze semplici, che hanno tra loro maggiore affinità per eseguire le dette operazioni, essendo ciò stato dottamente trattato dagli ultimi Chimici, e principalmente dall' illustre Thenard.

L'affinità non altro è dunque che il grado di forza che hanno le molecole di ciascun corpo semplice o composto di unirsi ad alcune altre; la quale affinità è varia ne' corpi. Sia per esempio un corpo composto dalle molecole delle sostanze A e B, a cui si aggiunga la sostanza C, per farne un composto. Due casi possono avvenire, o che il composto succeda per la loro affinità; o che la terza sostanza C, avendo più affinità con una delle due prime, la separi dall' altra. Così avviene, ad esempio, se io prendo del cinabro, composto, come è noto, di zolfo e mercurio, ed unendolo colla resina, ne fo la ceralacca; perchè le resine hanno cǒllo zolfo e col mercurio affinità. Ma se in vece della resina io unisco al cinabro della limatura di ferro, allora, avendo il ferro maggiore affinità collo zolfo che col mercurio, lo zolfo abbandona il mercurio, e si attacca al ferro. Ecco la base di tutti gli effetti chimici di decomposizione; ma molte circostanze possono alterare o modificare questi effetti in infiniti modi, facendo prevalere una forza più che un' altra.

Il ragionamento ci porta in primo luogo a tener conto delle proporzioni delle sostanze componenti; poichè suol osservarsi che è più faci-

le togliere ad un composto la sostanza di cui più abbonda.

Similmente la ragione ci mostra che l' azione di affinità di uno de' componenti, se è massima con altra sostanza, non può agire così vincolata con l' altro principio componente.

È ben chiaro poi che a misura che una sostanza s' impadronisce di un' altra per affinità, si diminuisce questa forza. A misura che io verso un sale nell'acqua, si va esso disciogliendo; ma quest' attività dell' acqua a disciogliere il sale va diminuendo fino che se ne sazia; vale a dire che non può discioglierne di più. Se però la temperatura del liquido si eleva, allora prende forza l' affinità, e discoglie maggior quantità di sale. Ecco come la temperatura è una delle circostanze da valutarsi nel considerare la forza di affinità.

Il peso specifico nelle soluzioni è una delle cause di far precipitare le materie tenute in dissoluzione; ed allora essa gravità supera l'affinità.

Si modificano poi variamente le affinità, se più sostanze si mescolano in un liquido, agendo le molecole de' differenti corpi l' una sull' altra a vicenda. Ecco, in esempio: se si disciolgano nell' acqua del solfato di ammoniaca e del cloruro di potassa, questi due sali si convertiranno in

solfato di potassa e cloruro d' ammoniaca. Quest' affinità è stata chiamata da' Chimici *doppia* o *composta*.

L' acqua e l' olio non sono miscibili; ma se vi si aggiunga un alcali, si rendono miscibili. Quest' affinità è stata detta *predisponente*, perchè predispone le molecole di una sostanza a mescersi con quelle di un' altra.

Le forze di affinità tra le sostanze semplici, avendo diversi gradi di energia, sogliono dare dei risultamenti che mostrano il composto nulla contenere in apparenza de' componenti. La maggior parte de' sali composti da acidi ed alcali acquistano delle facoltà aliene da questi. Chi crederebbe che il cinabro sia un composto di zolfo e mercurio? Nel parlar dunque delle chimiche composizioni a nulla valgono le analogie; poichè i risultamenti e gli effetti sogliono essere anomali, come ha notato l' insigne Berzelio, e meriterebbero maggiori induzioni per dedurne generali teorie, delle quali conviene al mio scopo parlare, giacchè la natura non è a credere che faccia eccezioni nelle sue azioni. La prova di quanto ho detto è, che se ad un composto di due principj A e B si aggiunga altra dose di B, è ben facile detrarne il di più di B. In

fatti, se il ferro si combina con una dose di ossigeno, si forma l' ossido di ferro; e se con doppia dose, si forma il perossido di ferro. Usando di facili modi si detrae dal perossido l'ossigeno, e si converte in semplice ossido. Non così succede alle unioni del mercurio coll' ossigeno. Con una moderata dose esso addiviene semplice ossido; ed all' azione sola della luce del sole, del calorico, dello strofinio, o con altri deboli modi il mercurio ricomparisce nello stato di metallo, deponendo l' ossigeno. Combinato al contrario con altra maggior dose di ossigeno, formasi il perossido di mercurio, il quale non abbandona l'ossigeno che all' azione del calorico rovente. Lo stesso avviene per l' ossido di stagno. Queste anomalie sono dipendenti dall' indole delle forze varie di affinità dell' ossigeno con essi metalli.

Non potendo conoscere ulteriormente l' indole delle forze di affinità particolari de' corpi, essendo queste varie e differenti, passiamo a menzionare almeno quali circostanze in generale influiscono sulle forze di affinità. Pria di tutto è da considerarsi la temperatura, poichè in molti corpi varia la loro forza di affinità secondo questa; giacchè secondo la varia temperatura del corpo le sue molecole sono più o meno dilatate. Gli os-

sidi di cobalto e di nichelio assorbono ad una moderata temperatura l' ossigeno, convertendosi in perossidi, e ad un' alta temperatura depongono porzione di esso ossigeno, convertendosi in ossidi; e così fanno altri.

In secondo luogo, se tra' componenti di un corpo ve ne sieno di quelli facili a volatilizzarsi coll'ordinaria temperatura; a malgrado dell'affinità che aver possano con gli altri componenti, pur essi si volatilizzano, ed alterano le particelle del composto circa l' affinità che aveano.

In terzo luogo, siccome molte materie possono degenerare per la volatilità de'principj, così anche il possono per l' assorbimento dell' umido aereo, come altresì per l' assorbimento dell' ossigeno; chè ambi possono accrescere o diminuire l' affinità de' loro componenti. Possono in fine le forze di affinità de' corpi essere aumentate o diminuite dalla concorrenza della luce, e del fluido elettrico, e specialmente del voltaico. Molte operazioni col mezzo delle affinità si eseguono mediante la corrente della pila voltaica: altronde in molte operazioni in cui si pongono in giuoco le affinità si sviluppa lo stesso fluido; ond' è che questo contribuisce alle già dette anomalie.

Merita grande considerazione l' affinità come

cagione della detonazione di alcune materie per mezzo del calorico; il che ha dato luogo alla formazione della polvere di cannone. La detonazione non è altro che la pronta formazione dei gassi per mezzo del calorico, i quali all'istante si distruggono coll' accensione. La forza della detonazione si è posta a profitto, più che tutte le altre forze meccaniche, non solo per giovare all'umanità, ma anche per distruggerla. Volgarmente credesi incommensurabile la forza della detonazione; ma si sa come la forza della polvere vien misurata. Qualora però voglia farsi agire la polvere al di sopra della sua forza, resta allora inattiva.

CAP. V.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DEL CALORICO.

Si manifesta in noi il calore, ossia l'azione del calorico, con una sensazione tutta particolare, che non puossi definire, come l'opposta sensazione del freddo, ossia la privazione dell'azione del calorico, neanche può definirsi. Siccome l'eccessivo calore nuoce ai nostri corpi, e del pari la privazione del calorico; così ci riescono spiacevolmente sensibili questi due estremi. Si manifesta poi l'azion del calorico nei corpi, cagionando loro una proporzionale dilatazione di volume.

Si è un tempo creduto che altro non fosse l'accaloramento de' corpi che un eccitamento o moto particolare delle loro molecole; ma ora ben si conosce da' Fisici essere una sostanza particolare che passa da un corpo ad un altro scorrendo pel vôto e per gli fluidi aerei: il che far non potrebbe se fosse uno speciale moto od oscillazione della materia ponderabile, e non una sostanza imponderabile. Io sento nell' avvicinarmi ad un fuoco acceso il calore che m' investe, e

così pure stando ai raggi del sole. Questo fluido, che colla sua azione cagiona il calore, e che un tempo fu detto *fluido igneo*, *materia del fuoco*, oggi è chiamato *calorico*, ossia materia della sensazione del calore. Esso non sente la forza generale di gravitazione, poichè un corpo riscaldato non pesa più che freddo; quindi è che il calorico è una delle materie imponderabili.

Il calorico è latente ne' corpi; e basta strofinare la loro superficie, o bruscamente trattarla, perchè esso si renda manifesto colla sua speciale sensazione in noi, e colla dilatazione de' corpi. Essa dilatazione in ciascun corpo è nella ragione di esso calorico sviluppato, ossia *in azione*; ed ecco il meccanismo del *Termometro*. Per formare però computabili i Termometri, ossia per fare che tutti mostrino lo stesso grado di temperatura, i Fisici si valgono di due principj costanti in natura, i quali sono: 1. Le stesse sostanze si liquefanno costantemente allo stesso punto di temperatura; 2. Esse si evaporizzano allo stesso punto di temperatura. Il ghiaccio, ovvero la neve, si liquefà sempre allo stesso punto di temperatura; e l'acqua bolle, ossia si evaporizza attivamente, sempre allo stesso punto di temperatura. Onde è che costruito il Termo-

metro, s'immerge nel ghiaccio fondentesi, e si segna il grado di ghiaccio; quindi passandosi nell' acqua che bolle discoperta, si segna il grado del bollimento dell' acqua. Réaumur volle dividere l' intervallo dal punto del ghiaccio fondentesi, che segnò con zero, a quello dell'acqua bollente, in ottanta gradi. Questo intervallo tra i due punti segnati fu diviso in Inghilterra da Farenheit in 180 parti, aggiungendovi al di sotto dello zero altre 32 parti, dall' ultima delle quali fino al punto del bollimento dell'acqua vi sono perciò 212 gradi. In seguito, volendosi anche i gradi termometrici in progressione decimale, si è diviso lo spazio della scala dallo zero all'acqua bollente, in cento parti; e si dice *Termometro centigradato*.

Qui debbo avvertire che l'acqua è meno pronta a bollire se contiene materie estranee in dissoluzione; onde s' intende che l' acqua esser debba distillata per servire all' operazione. Inoltre l' ebollizione dell' acqua è più pronta, ove la pressione atmosferica è minore; onde s' intende doversi fare il bollimento al livello del mare.

Nel modo stesso che il ghiaccio si discioglie in acqua, senza cambiare le sue chimiche qualità, avviene che molte altre materie col calore si liquefanno, come la cera, la pece, i metalli,

ecc.; e questa loro qualità liquefattiva è costante a ciascuna ad un dato grado termometrico, come ho detto; qualora però sieno nella loro semplicità.

Il calorico si diffonde ne'corpi che sono d'intorno, ed investe prima la superficie, e quindi la solidità, a strati a strati successivamente. Questa interna diffusione del calorico i Fisici la chiamano *conducibilità*, o *conduttibilità* di esso, ed è varia ne' corpi. Quelli che ricevono con facilità il calorico, e subito si riducono alla temperatura degli altri corpi circostanti, si dicono *buoni conduttori del calorico*; e quelli che lentamente ricevono il calorico si dicono *cattivi conduttori*. Per garentirci dal freddo noi abbiamo bisogno di abiti che sieno pessimi conduttori; e tali sono le materie flessibili vegetabili ed animali, specialmente quelle materie che la natura ha poste all' esterno degli animali, che ha voluto garentire dal freddo. I minerali e specialmente i metalli sono ottimi conduttori del calorico.

La diffusione del calorico fassi, ripeto, a contatto de' corpi solidi; ma se incontra l'aria od altro gasse, o anche il vuoto, vi scorre liberamente senza fermarsi, finchè incontra i corpi solidi, i

quali parte l'assorbono e parte lo riflettono. Questa propagazione per riflessione nelle sostanze aeriformi è simile a quella della luce, e dicesi del pari *irradiazione* o *irraggiamento* del calorico.

I Fisici odierni han chiamati i corpi che arrestano il calorico raggiante *termani*, e quelli che ne permettono il passaggio, come fanno i corpi diafani alla luce, *diatermani*.

Dalle varie esperienze fatte da illustri Fisici, tra' quali il nostro Melloni, si è veduto che l'azione de' corpi diatermani sul calorico somiglia a quella de' corpi diafani sulla luce. Non è però da credere che tutti i corpi diafani siano egualmente diatermani; nè che tutti i corpi opachi sieno egualmente termani. Siccome un vetro colorato assorbe dalla luce che lo trapassa tutti gli altri colori, e dà passaggio al solo raggio di cui è tinto, così il calorico raggiante non passa per alcuni corpi insiem colla luce, come dal sal gemma. Questo mostra che il calorico non è per sè unito alla luce, ma vien da questa eccitato; e che da questa si separa.

Si è anche osservato che i raggi del calorico sono rifrangibili passando per materie diatermane; la quale rifrangibilità nasce dall'attrazione varia delle molecole del calorico: il che comprova essere il calorico una materia.

Siccome la luce, passando per alcune sostanze diafane, come per lo spato d'Islandia, fa delle anomalie, percui i Fisici dicono che la luce si polarizza; così i raggi del calorico fanno delle anomalie passando da alcune sostanze diatermane, per cui si è del pari detto che il calorico è polarizzato da tali sostanze.

Il calorico è in *azione*, quando invadendo i corpi gli eleva di temperatura, e li fa con ciò accrescere di volume; è poi *latente*, quando combinato co' corpi non li fa elevare di temperatura, ma li fa cambiare di stato col suo assorbimento. Così le sostanze solide fusibili coll' assorbimento del calorico addivengono liquide, ma non si alterano di temperatura; ed in seguito coll' assorbimento di altro calorico si rendono aeriformi. Se al contrario dallo stato aeriforme passano al liquido, o da questo al solido, si sprigiona il calorico latente, e si rende attivo, ossia sensibile.

Si rende altresì sensibile il calorico, se ad un tratto con forza si comprima qualunque gasse, o l'aria atmosferica, poichè allora il calorico non si trova in composizione.

I Fisici, come ho detto, hanno stabilito per termine fisso e comparativo del calorico sensibile, ossia

attivo, quello che bisogna al ghiaccio o neve per fondersi; giacchè non si eleva di temperatura l' acqua del ghiaccio che si fonde, aggiugnendo man mano calorico, finchè non siasi liquefatto l' ultima particella del ghiaccio. Per rendere più chiara questa proprietà del calorico si prendano due eguali quantità di acque di differenti temperature; una per esempio calda quaranta gradi, e l' altra venti: se si mischino, l' acqua risultante sarà di trenta gradi. Non così se si prenda una quantità di ghiaccio ed un egual peso di acqua calda, di dieci gradi per esempio: dopo il miscuglio, non sarà l' acqua di cinque gradi di temperatura, ma bensì di zero.

Non tutte le materie fusibili han bisogno della stessa quantità di calorico per fondersi, ma chi più e chi meno. Il mercurio si fonde ad un grado molto inferiore a quello del ghiaccio; e così l' alcool. La cera poi, le resine, i metalli ed i minerali han bisogno di maggiori gradi di calore.

Il vapore, che è l' acqua unita al calorico, è di tre specie: *concreto*, *vescicolare*, ed *elastico*, ossia *sottile* o *trasparente*. Il vapore concreto è quello che sebbene trasparente costituisce tante minutissime gocce, che all' invadere

alcuni corpi, li bagna. Il vapore viscicolare è composto da minute particelle vuote, come si riconoscono con un' acuta lente nelle folte nebbie sopra di un pezzo di velluto nero, e sono non dissimili dalle bolle che si fanno con acqua e sapone. Esso vapore turba la trasparenza dell'aria, e costituisce le nubi. Finalmente il vapore elastico o sottile è quello che non bagna i corpi, e non turba la trasparenza dell' atmosfera, ma la rende sommamente pesante, percui ne'tempi sereni il Barometro si eleva di più che ne' tempi piovosi o nebbiosi. Or convien ricordarci che l' acqua, passando dallo stato liquido a quello di vapore concreto, assorbe e rende latente il calorico; passando dallo stato di vapore concreto a quello vescicolare, assorbe parimente altro calorico; e passando in fine allo stato elastico e sottile dal vescicolare o dal concreto, altro calorico assorbe. Al contrario depone il calorico latente e lo rende libero ed attivo nel ritorno che fa da tali stati. Ecco la gran proprietà del calorico, che forma tutte le mosse atmosferiche. La temperatura dell' atmosfera dipende anche da questi passaggi che il vapore vagante nell' atmosfera esegue.

I sali accoppiati ai liquidi dissolventi, tra

cui è l'acqua, disciogliendosi assorbono il calorico, e lo rendono latente; onde è che si abbassa la temperatura del liquido. Da quel che si è detto di sopra risulta che qualunque quantità di ghiaccio o neve si aggiunga alla sorbettiera, giammai si giugne a far gelare il sorbetto; non così dunque se si aggiunga alla neve del sale marino, il quale, facendo abbassare il vase della sorbettiera di temperatura al di sotto del ghiaccio, fa in conseguenza gelare il sorbetto.

La mistione di alcuni fluidi sviluppa il calorico, quando essi si compenetrano in modo, che diminuiscono di volume, insieme presi; perciocchè vi è bisogno di minor calorico per mantenere minor volume di materia nello stato di fluidità.

Nel modo stesso, qualora l'acqua, o altro liquido, accoppiata con altra sostanza, come con la calce viva o con altre terre, passa a rendersi nello stato solido, sviluppa il calorico che la teneva nello stato liquido. Finalmente qualora una sostanza attira dall'atmosfera uno de' gassi di cui questa si compone, si sviluppa del colorico, che teneva nello stato gassoso il detto principio aereo.

Abbiamo veduto che i corpi si dilatano colla invasione del calorico libero; ma questa dilata-

zione non è uniforme in tutti i corpi alla stessa temperatura. I Fisici han profittato di questa varietà di dilatazione per produrre la lunghezza del pendolo degli orologi sempre costante, ed avere le oscillazioni isocrone. Hanno essi veduto che il rame si dilata più che il ferro alla stessa temperatura; dunque han formate due spranghe una di ferro, a cui han sospeso il peso del pendolo, e l' altra di rame, lunga talmente che la sua dilatazione comprendesse in ogni temperatura la sua e quella della spranga di ferro; poste poi in modo che nel dilatarsi quella di rame elevasse il peso annesso a quella di ferro del di più della sua dilatazione, ossia di quanto è la dilatazione di questa: ed in tal modo la lunghezza del pendolo si trova sempre costante.

L' azione del calorico sulle sostanze essendo quella di dilatarle, come si è detto; quindi è che minorandosi con tale dilatazione la coesione delle molecole, si dà luogo alle forze di speciale affinità; onde è che coll' azione del calorico molti corpi composti si decompongono, e si disciolgono ne' loro componenti. Ciò principalmente avviene ne' corpi organici e nelle sostanze organiche. Abbondando poi l' azione del calorico fino a produrre il bruciamento, le dette sostanze

cambiano di stato, perchè perdono tra' componenti quelli che sono volatili a tale temperatura, restando i residui fissi, cioè le parti carbonose e le ceneri.

Similmente le masse delle leghe o misture metalliche coll' incremento del calorico giungono all' incandescenza, e con ciò alla fusione quindi; ed i metalli contenuti in tale massa che hanno più affinità coll' ossigeno lo traggono dall' atmosfera, e da altre sostanze con cui sono a contatto, e si ossidano; ed in questo modo si purificano quelli che vi restano inossidati.

Il calorico, sebbene sostanza imponderabile, come si mostra, sente però la varia affinità colle altre sostanze, giacchè alcune si riscaldano più, altre meno, com' è noto, alla stessa temperatura; ed alcune si fondono a picciolo calorico, altre a maggiore. In ogni modo però le sostanze composte sono più facili alla fusione che le semplici. Si facilita altresì la fusione di alcune sostanze colla presenza di alcune altre, le quali si dicono *fondenti*. I Chimici dicono che queste esercitano quella che dicesi affinità di mezzo. Ciò non è che rendere con una terza sostanza più disposte le molecole del solido da fondersi a ricevere il calorico.

Il calorico, come abbiamo veduto, agendo a dilatare le particelle dell' acqua, le porta allo stato di vapore; e questa forza del calore contrasta con tutti gli ostacoli che si oppongono alla dilatazione di esso vapore. Nel vuoto, ove verun ostacolo trova l' acqua a dilatarsi con picciolissima porzione di calorico attivo, si converte essa acqua in vapore, e riempie lo spazio. Nell' aria il vapore si forma più lentamente attesa la pressione dell' atmosfera, che si oppone alla sua dilatazione; onde è che l' acqua più facilmente bolle ove il Barometro mostra minor pressione dell' atmosfera. Cresce poi l' attività del vapore colla maggior quantità di calorico che agisce. La forza espansiva del vapore opera inoltre per ogni verso, come quella di ogni altro gasse, ed ha una indefinita efficacia, vale a dire che una quantità di vapore, sia anche picciolissima, si spande per ogni verso in uno spazio vôto anche grandissimo, arrestandosi alle pareti che chiudono esso spazio, ed esercita in faccia a queste ovunque un' eguale pressione.

Varj sono i fenomeni che presentano i corpi coll' azione del calorico, oltre quella generale della dilatazione delle sue molecole. Alcuni corpi colla invasione del calorico sufficiente abbia-

mo veduto che cambiano di stato, cioè, se sono solidi si liquefanno, e se sono liquidi si rendono aeriformi. Ma alcuni nel ciò fare si rendono luminosi, e si decompongono sviluppando le materie volatili, che tali si rendono colla presenza del calorico attivo, il che dicesi *bruciamento*, e lasciando de' residui incapaci di verun' altra modificazione col calore, come il carbone e le ceneri che non si liquefanno, dette perciò refrattarie. Tali son anche alcuni minerali. Non dobbiamo però concluderne che alcune materie che veggiamo refrattarie all' azione del calorico come fin ora è stato adoprato, tali sieno asssolutamente; poichè molti de' corpi che refrattarj si sono mostrati per lo passato, con nuovi metodi più veementi di calorico, tali ora non sono. Chi dunque dir può che con altri modi più efficaci non si rendano fusibili tutte le sostanze refrattarie?

La luce del Sole è un grande agente ad eccitare il calorico dalle sostanze con cui trovasi latente, ed anche fortemente combinato. A misura che i raggi della luce sono più concentrati, sono più efficaci ad eccitare il calore, come ordinariamente veggiamo colle lenti convesse e cogli specchi ustorj. È ben noto poi che la efficacia della luce, come di ogni altra attività che parte da un

centro e s' irradia per la sfera di quel centro, è nella ragione inversa delle distanze da esso centro. In virtù dunque di tale teoria, sapendosi, ad esempio, che la distanza di Mercurio dal Sole è stata ritrovata dagli Astronomi di tredici milioni di leghe circa, e quella della Terra dal Sole di trentaquattro milioni e mezzo circa, e quindi essendo l'efficacia della luce del Sole sopra essi Pianeti nella inversa ragione de' quadrati delle loro distanze, ne segue che sarà l' efficacia della detta luce circa sette volte maggiore sopra Mercurio che sopra la Terra. Da ciò dedur non dobbiamo colle nostre meschine idee che se sul Pianeta Mercurio sono abitanti, debbano questi soffrir di molto calore, poichè, seguendo la proporzione dell' efficacia della luce, esser dovrebbe la temperatura ordinaria di quel Pianeta sette volte più alta della nostra. Chi sa se la Provvidenza non abbia ivi sistemata l' organizzazione, ossia la vita delle piante e degli animali, capace di tale calore, o altrimenti supplito?

Al contrario, essendo Giove distante dal Sole circa 179 milioni e mezzo di leghe, Saturno 329, Urano 662 milioni; la luce del Sole sopra Giove è, relativamente a quella sopra la Terra, $\frac{1}{270}$, sopra Saturno $\frac{1}{909}$, e sopra Urano $\frac{1}{3682}$. Se noi

volessimo parlare colle stesse idee fisiche che abbiamo del nostro Pianeta, dir dovremmo che in quegli altri tre Pianeti il calore nascente dalla luce solare debb' essere proporzionale alla stessa, e con ciò così poco da non potersi concepire l' esistenza de' corpi organici. Ma possiam noi colle nostre corte idee limitare la potenza del supremo Creatore, il quale se ha voluto che tali immensi Pianeti fossero abitati da esseri viventi, ha saputo certamente supplire alla deficienza che noi vi supponiamo del calorico?

Da' fenomeni fin ora accennati, che da' Fisici sono stati diligentemente esaminati, siamo in grado di poter conchiudere qualche cosa sull' indole della forza del calorico. Il *calorico* pare che sia un sottilissimo fluido invisibile direttamente, ed imponderabile, il quale riposa latente ne' corpi, e che può essere attivato, ossia posto in moto, e rendersi sensibile coll'azione meccanica, col ripristinamento dello stato liquido o solido delle sostanze, e coll' azione della luce. La sua grande proprietà, ossia forza, consiste nel dilatare la materia. Tutte le altre sue proprietà non sono che un risultamento di questa. Siccome abbiamo veduto che la materia per una sua interna forza tende a riunirsi, ed a costituire tanti differenti

modi di attrazione, colla forza del calorico vien dilatata e divisa per le operazioni attive della natura; giacchè in altro caso resterebbe la materia ferma ed inerte. La forza del calorico è dunque il contrapposto delle attrazioni, presa in tutti i sensi, ed è stabilita dal potentissimo Creatore per costituire l'armonia del Mondo, la quale nasce, secondo disse Seneca, dalle forze opposte, come da me fu avvertito nell'epigrafe dell'Opera.

CAP. VI.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DELLA LUCE.

La luce ci viene dal Sole o da altri corpi luminosi, ed è quella mercè la quale si rendono a noi visibili gli oggetti da essa colpiti. Il corso della luce dal corpo luminoso fino agli oggetti che rischiara, o che a' nostri occhi si palesa, si esegue con una velocità inconcepibile da noi. Si è potuto ciò misurare coll' ecclissi de' Satelliti di Giove, poichè queste Lune che circondano Giove si ecclissano a noi, ossia si nascondano dietro di esso Pianeta, e quindi ricompariscono. Questo passaggio vien calcolato dagli Astronomi, anche a minuti secondi. Si è veduto che a rendersi visibile la luce di queste Lune dopo la loro uscita da dietro il Pianeta vi scorre del tempo, e si è calcolato che per ogni minuto secondo scorre tale luce cento sessanta mila miglia, di sessanta a grado. Or siccome la Terra dista dal Sole per leghe 34514980, ossia miglia di sessanta a grado 82835952, così la luce del Sole per giugnere a noi impiega 493 minuti secondi, ossia minuti primi otto e secondi tredici; quindi

è che nel mirare il Sole, lo veggiamo ove era pria di tale tempo.

Considerando ciò, dir dobbiamo o che la lucé emani con una speciale azione dal Sole, e che, secondo osserviamo qui giù sulla Terra nei corpi luminosi, suppor la dobbiamo avvenire con una conflagrazione, e dippiù che questa emanazione si spanda per via di pulsazioni fatte ad un fluido elástico che riempie questo spazio, le quali pulsazioni, ossia oscillazioni, si trasmettono poi fino a noi, come si trasmette il suono per l'aria; oppure che l'emanazione della luce dal corpo luminoso sia una reale emanazione di corpuscoli materiali costituenti la luce. In ambi i casi, siccome la sensazione della visione si opera a traverso della massa di certi corpi che si dicono *diafani* o *trasparenti*, è necessario, o che le vibrazioni del fluido elastico continuino a propagarsi a traverso de' pori di queste sostanze, o che i corpuscoli luminosi lanciati continuino a percorrere e trapassare tali sostanze. In ogni modo è ammirabile la forza della luce non solo per la sua celerità nel corso, ma anche per la sua possanza.

Per ben conoscere le forze della luce e le sue modificazioni, vengo a dare un cenno su' principali fenomeni della luce, persuaso sempre che il

mio Lettore conosca gli elementi della scienza Ottica.

Ricordiamoci che la intensità di ogni attività che parte da un centro, e si diffonde per raggi in una sfera, è in ragione inversa de' quadrati delle distanze da esso centro. Tale è dunque l' intensità della luce.

Se un raggio, o sia fascio di luce, da un corpo luminoso cade obliquamente sopra un piano levigato, come su di uno specchio, fa esso l' angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza. Nulla prova questo meccanico effetto essere una materiale emissione della materia luminosa, poichè anche il suono che si propaga colle vibrazioni eccitate nell' aria, forma l' eco coll' angolo di riflessione uguale a quello d' incidenza. Del pari l' immagine di un oggetto, la quale non è che il complesso de' raggi della luce modificati dall' oggetto, cadendo sullo specchio fa l' angolo di riflessione eguale a quello d' incidenza, come a tutti è noto.

Questo fascio di luce, o questa immagine poi, se il corpo su cui obliquamente cade, sia diafano, penetra in esso, ma in vece di seguire la direzione che avea, si ripiega alquanto, formando un angolo alle superficie del mezzo dia-

fano; e questa nuova direzione si approssima un poco alla perpendicolare, menata dal punto di incidenza, se il mezzo in cui entra è più denso: come avviene se la luce entra dall' aria obliquamente nell' acqua o nel vetro; il contrario avviene, se un fascio di luce o una immagine con incidenza obliqua passa da un mezzo denso ad altro raro; giacchè allora la direzione si discosterà dalla perpendicolare innalzata dal punto d' incidenza nel mezzo raro: ecco perchè un remo o un bastone posto obliquamente nell' acqua, restandone porzione fuori, sembra spezzato.

La luce che scorre obliquamente ne' mezzi densi, piegandosi verso la perpendicolare menata in esso mezzo, pare che soffra una deviazione per un principio di attrazione di esso mezzo. Questa deviazione o rifrazione che la luce prova nel trapassare i mezzi diafani è varia. In alcuni cristalli minerali è maggiore, in altri è minore; e così in alcuni vetri, in alcuni liquidi, in alcuni gassi è maggiore, e in altri minore; e ciò per una particolare affinità che ciascuna di tali materie ha colla luce. In generale però dicesi esser essa in ragione della loro densità; poichè se un gasse venga compresso in un vase di vetro, la luce avrà maggior rifrazione a misura della

compressione del gasse. La rifrazione dunque, parlando a rigore, è nella ragione composta della speciale affinità della materia e della costei densità.

Cadendo la luce solare sulla superficie di un corpo diafano, e propriamente del vetro, soffre, come abbiamo detto, la rifrazione sempre costante per quella materia; onde è che se questo vetro è una porzione di sfera, che da tale forma dicesi *lente*, allora tutta la luce che cade sopra la sua superficie convessa o su la piana, passando alla parte opposta, e soffrendo in ciascun punto nell' entrare e nell' uscire la conveniente rifrazione, si restringerà in picciolo spazio, rendendosi proporzionalmente più efficace, come può vedersi se il fascio de' raggi luminosi si faccia cadere sopra una superficie bianca. Il punto ove si restringe la luce solare che è passata per la lente, dicesi *fuoco*, forse perchè postavi qualche materia facilmente accensibile, si accende. Con tale artifizio dunque si possono condensare i raggi della luce. Se poi si ponga al di là di questo fuoco la superficie bianca, vedrassi dilatare il picciolo cerchio luminoso, anche più della superficie della lente: il che mostra che i raggi luminosi dopo essersi concentrati nel fuoco, seguendo ciascuno il corso ricevuto dalla rifrazione, si

sono attraversati e quindi dilatati. Ecco perchè se si guardi con essa lente tenendola più distante del suo fuoco, gli oggetti compariscono al rovescio e più piccoli. Nel modo dunque che i raggi luminosi si possono condensare, si possono anche diradare colla rifrazione.

Altro interessante fenomeno si presenta nell'analizzare la luce per mezzo della rifrazione. Se in una camera oscura si faccia cadere un pennello di luce su di un prisma di cristallo, o pure ripieno di acqua, si rifrange essa luce all'entrare nel prisma ed all'uscirne; ed invece di rappresentare un tondo di luce, come vi è entrato, mostra un' ellissi assai dilungata composta di sette tondi successivi, vagamente colorati, come l'Iride: il che dicesi dagli Ottici *spettro colorato*. Questo nasce dall' essere la luce un composto di sette primarj colori; e queste particelle di luce variamente colorate hanno differente angolo di rifrazione, ossia deviamento della loro direzione. I raggi rossi sono meno rifrangibili, ossia meno si scostano dalla primiera direzione; come al contrario il colore violetto è il più rifrangibile; per cui lo spettro predetto comincia col tondo rosso, e finisce col violetto. Tra questi vi è, vicino al rosso, l'arancio, quindi il giallo, poi il

verde, il turchino, l'indaco, e infine il violetto. Nel costituire questi varj colori sette cerchi successivi, nel loro centro si vede la vera tinta di ciascuno; mentre montando un cerchio sul suo prossimo, si mischiano ai lembi; onde è che quanto è minore il pennello di luce solare che si fa cadere sul prisma, meglio si distinguono essi raggi colorati nello spettro.

Ecco come la luce si decompone nei sette raggi colorati diversamente. Nè è da credersi che tali raggi sieno una modificazione che la luce soffre passando pel prisma; perciocchè se ad un cartone si faccia un buchetto, pel quale si faccia passare un pennello di uno di essi sette colori, e si faccia cadere sopra un altro prisma, questo pennello di luce colorata non soffrirà decomposizione o modificazione passando pel secondo prisma. Se poi lo spettro totale dei sette colori avuto dal prisma si faccia cadere tutto intiero su di una lente ben ampia, si avrà nel fuoco di questa un tondo di luce bianca, ossia senza colori. Ecco dunque ricomposta la luce dai suoi sette colori in bianco. I Fisici per mostrare che il colore bianco si compone dei sette colori dell'Iride, dividono un cerchio in sette settori proporzionali alli cerchi che compongono lo

spettro solare, e li tingono esattamente come i detti colori dell' Iride; e quindi fan girare velocemente questo disco, il quale appare bianco. Senza però adoperare questo artifizio, si prenda un pezzo di cristallo tinto di nero al di sotto, il quale guardato direttamente verun colore mostrerà. Si renda ora scabra la sua superficie strofinandola collo smeriglio, o meglio con una lima: allora la detta superficie comparirà bianca; ma se si sottopone ad un ottimo microscopio composto, vi si vedranno moltissimi punti lucidi, in ciascuno de' quali si scorgerà uno de' colori dell' Iride, che unitamente formano il bianco.

È qui da osservare che tutti i corpi ridotti ad una estrema sottigliezza, ed anche i metalli, si riducono trasparenti; poichè opachi che sieno tali materie, e nella loro superficie ben levigate, non costituiscono che un ordine di delicatissime particelle tramezzato da altri tanti interstizj, o pori; onde è che i colori de' corpi risultano dal primo e secondo strato di esse particelle, ne' quali si rifrangono, e riflettono uno o più dei sette colori della luce, formando de' colori composti da questi.

Dalle disposizioni che hanno le particelle dei corpi nella loro superficie risultano i colori che

presentano; in fatti molti liquori, specialmente vegetabili, coll' aggiunta di poche gocce di acidi o alcali o di altri reattivi, cambiano immediatamente di colore, giacchè le particelle di essi liquori cambiano di posizione. Osserviamo inoltre che l'acqua limpida dà passaggio a tutti i colori della luce, senza decomporla, mentre altri liquori la decompongono ed alcuni colori ritengono, e ad altri dan passaggio che a' nostri occhi si mostrano. In simil modo le sottilissime lamine di alcune sostanze acquistano la trasparenza, e fan lo stesso che i liquori. È proprietà altresì di tutte le materie trasparenti ridotte a sottilissime lamine, o strati, di assumere dalla luce uno de' suoi colori. Una bolla di vetro soffiata alla lampada degli smaltatori finchè scoppî per la sottigliezza, si riduce in sottilissime lamine che presentano i colori dell' Iride. Lo stesso si ottiene con le bolle di acqua e sapone, che soglion essere il divertimento de' fanciulli, e furon l' oggetto di profondo esame per l' illustre Isacco Newton. Osservò egli che i colori dell' Iride che si mostrano a delicate fasce intorno alle bolle sieguono secondo la gradazione dello spettro. L' aria atmosferica fa lo stesso, qualora venga compressa tra due lastre di vetro che non

combacino esattamente. Comprimendo una lastra contro l' altra, si veggono varj anelli differentemente colorati nell' aria ridotta a sottilissimi strati. Le gocce di alcuni olii, espandendosi come velo su dell' acqua, mostrano, sebbene debolmente, i colori dell' Iride. Similmente, se il ferro ed alcuni altri metalli, resi lucidi, si fanno gradatamente riscaldare, concepiscono col calore de'sottilissimi strati di ossido, assorbendo l' ossigeno dall' aria, i quali si colorano gradatamente a seconda della spessezza.

Le picciole gocce di acqua rifrangono la luce, e la decompongono anche ne' suoi colori, come veggiamo ne' delicati granelli di cristallo, e nelle minute gocce di rugiada che si trovano sull' erba la mattina, o dopo qualche minuta pioggia, ponendoci a conveniente posizione incontro al Sole. Quando l' atmosfera è incombra di tali delicate gocce di acqua, quelle che si trovano nella posizione da formare l' angolo conveniente col Sole e coll' occhio nostro, decompongono la luce in uno de' suoi colori, e ce lo manifestano; e così consecutivamente le altre, formando con ciò l' apparenza di un arco in cielo con essi variati colori dello spettro. Spesso sono due le Iridi apparenti, le quali hanno la progressio-

ne dei detti colori in opposta posizione, ma la più bassa è più debole, perchè ha sofferta una rifrazione di più.

Abbiamo veduto che nelle lenti convesse tutti i raggi della luce che vi cadono si riuniscono nel fuoco alla parte opposta : or se ambe le facce del disco di vetro sono porzioni sferiche, essi raggi avranno un fuoco in minor distanza. Ecco come si sono formati i Microscopj, riducendo tali lenti ad aver il fuoco nella minor distanza possibile, oppure moltiplicandole; poichè quanto più concentrati i raggi luminosi giungono ai nostri occhi, più ingrandiscono le apparenze degli oggetti, come costa anche dall' esperienza.

È qui da considerare che se i raggi luminosi che vengono dagli oggetti cadano sopra lenti convesse, si concentrano in forza della rifrazione, ed ingrandiscono la visione ; con dischi di vetro piano-concavi, i raggi si diradano, e rendono minore l' immagine. Nel modo stesso s'impicciolisce la visione co'raggi pria concentrati dalle lenti convesse, e quindi diradati al di là del fuoco; ma in questo caso le apparenze degli oggetti si mostrano al rovescio, poichè i raggi luminosi, dopo essersi incontrati nel fuoco, seguendo ciascuna questa nuova direzione, si attraversano.

Ci conviene ora vedere come la luce abbia forza di formare la nostra visione. Se noi ci ponghiamo in una stanza oscura, e siavi all'uscio un picciolo foro, da questo si vedranno nel muro opposto le immagini degli oggetti esterni illuminati. Molto più ciò succederà, se al detto foro si ponga una lente convessa, il cui fuoco sia alla distanza del muro. La Camera Oscura altro non è che una scatola che ad uno de' lati ha una lente convessa infissa ad un tubo mobile per renderla più o meno distante dalla parete opposta, su la quale è un vetro appannato distante dalla lente quanto è il costei fuoco. In faccia a questo vetro appannato vengono rappresentate in picciolo colla massima proporzione e co' proprî colori gli oggetti che sono esternamente avanti la lente; ma capovolti, perchè i raggi si attraversano. Vale a dire che tutto il meccanismo di questa visione consiste nei raggi luminosi che partono dagli oggetti, e si concentrano, mercè della rifrazione della lente, nel fondo di essa scatola, rovesciandosi (1).

(1) Il *daguerrotipo* non è che questa Camera Oscura, a cui si pone in fondo una lastra metallica o una carta preparate, su cui la luce colla sua forza chimica tinge i tratti in proporzione della sua intensità.

Se si prenda un occhio umano, o, meglio, di un bue, delicatamente estratto senza offenderlo, e si recida attentamente la parte opposta alla pupilla, senza intorbidare l' umore, e vi si ponga un pezzo di carta oliata, si vedranno in faccia a questa le immagini dipinte in miniatura che sono avanti alla pupilla. La parte principale dunque dell' occhio è la lente che è nella pupilla, la quale gitta a traverso i raggi luminosi che concentra al fondo dell' occhio, ove trovasi il nervo ottico diramato in tanti filamenti che costituiscono quella che dicesi *retina*. L' interna cavità dell' occhio è tinta di nero per impedire la dispersione della luce, e contiene un umore trasparente, dotato della facoltà di rifrangere nuovamente i raggi luminosi, talchè essi giungono al concavo dell' orbita dell' occhio tappezzata dalla retina.

Ma benchè la costruzione principale dell'occhio sia quella descritta, nondimeno gli Anatomici ed i Fisiologi non sanno trovar la ragione dell'uso di alcune parti di esso. Del pari comprendere non sanno come si possano con tanta esattezza eseguire alcune funzioni della visione, che artificialmente sono inesplicabili. Noi osserviamo nell' occhio umano, come abbiamo veduto, che l' im-

*

magine dipingesi al rovescio, ed intanto noi la percepiamo per diritto. Si crede che ciò sia un effetto della nostra abitudine di percepire per diritto ciò che nella nostra retina si presenta a rovescio. Similmente, avendo noi due occhi, due immagini veggiamo; in fatti, se comprimiamo uno de' bulbi dell' occhio da un lato, veggiamo due immagini. Del pari, se intenti a vedere un oggetto lontano ponghiamo un dito avanti la punta del naso senza far la menoma mossa degli occhi, noi veggiamo due dita. Così anche, se attenti a vedere un picciolo corpo vicino, e senza muovere gli occhi, tolghiamo il detto corpo, noi vedremo due immagini de'corpi distanti. Vedesi da ciò che gli occhi si accomodano opportunamente a vedere i corpi vicini differentemente dai corpi distanti, e ciò col far divergere gli assi degli occhi in modo che per gli oggetti vicini bisogna che i detti assi facciano un angolo maggiore, e per gli oggetti lontani un angolo minore; e così si vede una sola immagine dell' oggetto ben formata e non due mal formate. Convien dunque ch' esse due immagini, per comparire una sola e ben formata, si dipingano a punti analoghi perfettamente in ambe le retine. Questo meccanismo da noi si esegue naturalmente senza alcuna riflessione.

Oltre a ciò, se noi veder vogliamo l'immagine di un oggetto vicino, accomodiamo l'occhio in modo che ce ne venga l'immagine con precisione. Similmente, se vogliamo vedere con precisione l'immagine di un oggetto lontano, bisogna che adattiamo naturalmente l'occhio perchè ciò succeda. Nella Camera Oscura si osserva che volendo far ben rappresentare l'immagine sul fondo, bisogna avanzare o ritirare la lente in modo che per gli oggetti vicini si approssimi, e per gli oggetti lontani si discosti alquanto. Si è creduto che l'occhio nostro, per eseguire questi due moti onde ben dipingersi tali immagini nella retina, naturalmente si comprima; ma meglio si crede che sia una facoltà delle lente dell'occhio di rendersi più o meno convessa con un'attività che non si conosce. Da ciò dipende la varietà di vedere de' *presbiti* e dei *miopi*.

Nel guardare noi un oggetto di grandezza sensibile, i raggi emessi dai suoi estremi giungono ai nostri occhi con direzioni che formano un angolo nel giugnere alle nostre pupille, il quale dicesi *angolo visuale* o *diametro apparente*. Or vedendo un uomo alto in qualche distanza, ed un fanciullo che sia la metà dell'altezza dell'uomo, alla metà della distanza, ambi saran ve-

duti sotto lo stesso angolo; ma l'occhio dal rapporto con gli altri oggetti prossimi impara a giudicare dell'altezza e distanza di ciascuno.

Ho creduto fin ora menzionare i generali e costanti fenomeni e leggi della luce circa la sua riflessione e rifrazione riconosciute da' Fisici, compreso il maccanismo della visione, per poter giudicare della sua indole. Non istimo ora prendere in esame i particolari effetti della luce modificata dalla riflessione e rifrazione passando per alcune speciali materie, poichè l'effetto sembra più tosto dovuto alla materia che alla luce. Tale è principalmente l' effetto della luce che attraversa un parallelepipedo di carbonato di calce cristallizzata, detta *spato d' Islanda*, che fa vedere due immagini: e ciò naturalmente, per aver essa i pori disposti in modo che la luce prende due correnti; ed a simiglianza del fluido magnetico fu detto dall' insigne Fisico Malus che la luce si *polarizza*. Altri insigni Fisici han creduto dover riconoscere nella luce oltre della riflessione e rifrazione la *diffrazione*, che è appunto la polarizzazione. Simili fenomeni avvengono alla luce traversando o riflettendosi sopra altre speciali sostanze; il che è stato ed è tuttavia oggetto di molto esame de' Fisici. Ciò mostra che la luce è suscet-

tiva di tali modificazioni; ma nulla di più aggiugne alla sua qualità ed alla sua ammirabile forza di propagazione, anche per le sostanze solide. Noto poi che le conoscenze sulla diffrazione della luce non possono di molto accrescere la Scienza Ottica.

Non dimentichiamo di ammirare nella luce la facoltà di eccitare ossia rendere attivo il calorico, ed essere altresì eccitata da questo, come ho detto parlando della forza del calorico; percui vi è senza dubbio una certa analogia ed affinità tra ambe queste sostanze imponderabili.

Mi conviene ora considerare l' azione chimica della luce. Da gran tempo è noto che l' azione della luce ammortisce la vivacità de' colori anche ne' vetri, decompone alcuni chimici prodotti, colora l' acido nitrico; ed oggidì e divenuto un oggetto utilissimo alle belle arti la *daguerrotipia*, ossia il mezzo di prendere i disegni coll' azione chimica della luce nella Camera Oscura (1).

Notabilissima è altresì l' azione della luce su' corpi organici, come è noto a tutti. La vegetazione ha bisogno della luce per validamente ese-

---

(1) Sono degni di leggersi su questo assunto le Memorie del nostro illustre Melloni.

guirsi. La decomposizione dell' acqua ne' due suoi principj si esegue più durante la permanenza del Sole sull' orizzonte, che di notte, e meno, se non isplende la luce della Luna. Le piante nate ed allevate prive di luce sono deboli e senza colore; e non giungono a maturità. Ne' melloni, nelle zucche la faccia che è stata a contatto della terra è senza colore. Gli uomini che dimorano nelle caverne e ne' profondi criminali sono pallidi e malsani.

Vedendosi da noi su la Terra che i corpi luminosi sono quelli che trovansi in conflagrazione, giacchè anche i fosforici, benchè lucidi debolmente, sono proporzionalmente in debole conflagrazione, crediamo che anche il Sole sia un corpo in conflagrazione, poichè l' immenso torrente di luce che spande nell' Universo non può da altro provenire. Che che ne sia però, veggiamo che la sua luce è composta dei sette colori dell' Iride, mentre la luce che si spande dalle nostre fiaccole e da altre sostanze in conflagrazione, sono dotate più o meno di alcune particelle luminose colorate, specialmente se nella sostanza che si brucia vi sieno sostanze metalliche. Con tale mezzo si costruiscono i fuochi artifiziali da dilettare la vista. Se dunque la presenza di alcuni materiali nelle

conflagrazioni mostra de' colori che emanano dalla lor luce, come l' ossido di rame il color verde, e la stronziana il rosso, questo ci porta a credere che le particelle colorate della luce solare possano essere anche particelle materiali emanate dal Sole. Ciò per altro non esclude che le particelle colorate della luce possano essere effetto di speciali vibrazioni dell' etere, ossia fluido della luce.

Veniamo ora all' esame delle due ipotesi circa la propagazione della luce, la prima dell' *emissione*, la seconda delle *ondulazioni* o *vibrazioni* dell' etere. Credono alcuni che la luce si propaghi per un moto di trasferimento o traslazione; vale a dire, che le molecole della luce ricevano da' corpi luminosi un impulso che le gitta per ogni verso, come si farebbe di piccioli projettili spinti con inconcepibile velocità. Quindi è che guardando noi il Sole, secondo questa ipotesi, le sue molecole ci pervengono dopo minuti primi 8 e secondi 18, come abbiamo sopra veduto: velocità da non sapersi concepire per tanti milioni di miglia. Queste molecole così mobili aver dovrebbero una esistenza materiale, e nel tempo stesso sarebbero non soggette alla forza di gravità, ma non però indif-

ferenti all' attrazione de' mezzi pe' quali passano: dal che si crede nascere la rifrazione. La differenza de' colori nei raggi debbe anche credersi una differenza materiale delle molecole. Potrebbesi anche supporre che le dette molecole materiali formassero i varj colori con particolari vibrazioni.

L' ipotesi poi che la propagazione della luce si formi colle vibrazioni o pure ondulazioni di una materia sottilissima che dicono etere, è analoga a quella della propagazione del suono; solendo la natura bene spesso operare con metodi simili. Il suono si propaga, come è noto, per vibrazioni od oscillazioni nell' aria ed in altri corpi. Queste oscillazioni impresse nell' aria, sostanza ponderabile, da corpi oscillanti, si propagano nella sfera circostante, che ha per centro esso corpo. Si propaga il suono anche per mezzo di altre sostanze. Questa propagazione si fa in quattro secondi circa per miglio. Ove non vi è aria, non si propaga il suono. Il suono più o meno acuto nasce dalla quantità delle oscillazioni che si eseguono in un dato tempo dal corpo oscillante. Quanto più sono tali oscillazioni, tanto più il tuono fassi acuto; e queste oscillazioni, eseguite secondo alcune proporzioni nel tempo istesso,

costituiscono la scala diatonica di sette tuoni. Il nostro orecchio non solo percepisce tali sette tuoni, ma altresì la varietà del suono. Così noi distinguiamo il suono della tromba da quello del flauto ec. ec.: il che mostra che le oscillazioni che pervengono al nostro orecchio, oltre del loro differente numero, esser debbono di qualità differenti. Il nostro senso dell' udito riconosce distintamente dalla varietà delle voci le persone da cui vengono; e ciò avvenir non potrebbe, se le rispettive oscillazioni non fossero varie in tanti modi differenti.

Ritornando ora alla propagazione della luce per mezzo delle oscillazioni eccitate nell'etere, sostanza assai più sottile e mobile dell'aria (desumendolo dalla grandissima velocità con cui si propaga), osserviamo che siccome ove non vi è aria o altra materia non si propaga il suono, così ove non vi è etere non può esservi propagazione della luce. L'etere dunque riempir deve tutto lo spazio mondano, perchè la luce si propaga ovunque. L'etere debb' essere tra il Sole e la Terra, tra lo spazio in cui si aggirano i Pianeti del nostro sistema solare, e nell' immenso spazio che ci separa dalle Stelle più remote; poichè in tale immenso spazio la luce si manifesta ai nostri oc-

chi da tanti corpi luminosi, che ci sembrano di estrema picciolezza. Di più, se l' etere non fosse nell' acqua ed in tutti i corpi diafani, come i cristalli ed il diamante, non potrebbe per questi passar la luce. Inoltre, avendo veduto che anche i corpi opachi ridotti ad estrema sottigliezza si riducono trasparenti, convien dire che l' etere trovasi anche ne' corpi opachi.

Questa propagazione della luce per ondulazioni, ammettendola per esistente, non è meno ammirabile di quella che si fa per emissione; poichè se il suono fassi con ondulazioni, e percorre un miglio in quattro secondi nell' aria, la luce ne percorre seicento quaranta mila nel tempo stesso. Questa sostanza sottilissima e mobile detta *etere*, in cui si operano le ondulazioni lucide, a malgrado che sia in tutti i corpi, non dobbiamo supporla ovunque la stessa; poichè la luce nel vuoto veruna deviazione o rifrazione riceve, mentre l'aria atmosferica pure le cagiona una rifrazione, a segno che noi veggiamo gli Astri prima ch' essi si sieno elevati realmente sull' orizzonte. Molto maggiore è poi la rifrazione ne' corpi diafani, ed è in generale secondo la loro densità. Ciò mostra che le ondulazioni dell' etere in tali corpi non sono libere, e soffrono qualche

inceppamento e varia deviazione, e maggiormente in quelle sostanze che polarizzano la luce.

Siccome poi quando l'atmosfera non riceve alcuna agitazione da corpo oscillante, ossia strepitoso, evvi il silenzio; così, se non evvi corpo lucido che direttamente o per riflessione promuova le oscillazioni luminose, vi debbono essere le tenebre. Dunque con tale sistema siccome non è l'aria il suono, ma la sua azione vibratoria; così non è l'etere la materia della luce, ma la sua azion vibratoria. Del pari, siccome nel suono, oltre della quantità delle oscillazioni che formano i variati tuoni della scala diatonica, vi sono le oscillazioni di differenti qualità che non solo ci fan distinguere i suoni de' varj strumenti contemporaneamente, senza che uno disturbi l'altro, ma ci fan pure distinguere le persone differenti che parlano; così le oscillazioni dell'etere fatte in variato modo possono produrre i varj colori. Con tal differenza però che questi si confondono trovandosi nel luogo istesso, mentre non si confondono i variati suoni formati nel tempo stesso.

Questo è ciò che può dirsi, sempre ipoteticamente, dell'indole della luce e delle sue forze, sperando che possa venire un tempo in cui mercè degli sforzi de' Fisici altre più esatte notizie se ne abbiano.

L' Universo senza la luce che sarebbe? Una profonda oscurità, in cui, secondo le idee che abbiamo in questo Pianeta, sussister non potrebbe nè vita nè vegetazione alcuna, poichè noi veggiamo che la luce è il principio motore delle funzioni organiche. Rammentar qui debbo che essendo l' efficacia della luce nella inversa ragione de' quadrati delle distanze del corpo luminoso, ne segue che, attese le distanze, sarà l' efficacia della luce del Sole sopra Mercurio sette volte maggiore che sulla Terra. Sopra Giove per lo contrario sarà $\frac{1}{270}$, sopra Saturno $\frac{1}{90}$, sopra Urano $\frac{1}{368}$. Debbo parimenti dire, come dissi pel calorico, che se vi è su tali Pianeti vita organica, l' Onnipotente Creatore ha dovuto ivi supplire a tale debolezza di luce.

C A P. VII.

DELL' INDOLE DELLA FORZA DEL FLUIDO ELETTRICO.

Si conosceva da secoli che un pezzo di ambra strofinandosi acquista la forza di attrarre qualche corpuscolo ; e siccome l'ambra in greco idioma dicesi ἤλεκτρον , così questa forza fu detta *elettrica*. Questa stessa forza collo strofinio si acquista dalle resine ; perciò la cera lacca, che è un composto di resine , ha questa facoltà. Se del pari si stofini con un panno di lana un pezzo ben levigato di vetro , acquista esso la facoltà medesima. Se si sospenda ad un filo di seta una palluccia di midollo di sambuco o di sovero , quanto un cece , essa sarà attratta dalla cera lacca o dal vetro strofinato , posto in breve distanza. Ciò avvenire non potrebbe se non vi fosse un mezzo , ossia un fluido , che investisse la detta palluccia. Questo fluido è stato chiamato *fluido elettrico* , o semplicemente *elettricismo* ; il quale si pone in moto collo strofinio.

Se dopo che siesi strofinata la cera lacca , ed abbia essa attratta la detta palluccia , si accostino ambe ad un pezzo di metallo, la detta palluccia sa-

rà respinta dalla cera lacca ed attratta dal metallo, e quindi nuovamente sarà attratta dalla cera lacca, e respinta dal metallo. Ciò nasce dalla facoltà del fluido elettrico, che posto in moto collo strofinio cerca diffondersi ne' corpi circostanti; e la palluccia carica di esso fluido corre a deporlo al metallo, e da questo alla terra. È qui da riflettere che se alla palluccia carica di elettricismo in vece di presentare un pezzo di metallo, si presenti un pezzo di resina o di vetro, la palluccia non si muoverà; e ciò perchè tutte le sostanze che strofinate eccitano il fluido elettrico, non attirano, e non danno passaggio ad esso fluido; e son dette perciò *coibenti o isolanti*. Come al contrario quelle materie che attirano il fluido elettrico, e gli dan passaggio, sono dette materie *deferenti* o *conduttrici*. Se la palluccia predetta si sospenda ad un filo metallico, o ad altro filo circondato di sottil filo metallico, allora sarà attratta dalla cera lacca strofinata, e si manterrà attaccata a questa, servendo il filo metallico a formare una corrente del fluido elettrico, che va a diffondersi fino alla terra.

I metalli sono corpi i più deferenti del fluido elettrico; ma collo strofinio non eccitano l'elettricismo; sebbene col contatto di differenti me-

talli, come vedremo, si eccita altrimenti. Sono essi metalli dunque ottimi conduttori, come è altresì l'acqua e l'umido sensibile, ma non quando trovasi essa in istretta combinazione con l'aria, ossia nello stato di vapore elastico e sottile. L'aria atmosferica per sè, quando è priva di umido sensibile, è coibente, ma non perfettamente. Essa si rende deferente a misura che attrae l'umido sensibile. Tra le materie deferenti e le coibenti vi è una serie di medie dette *semideferenti* o *semicoibenti*: e tali possono dirsi tutti i corpi.

Questo elettricismo, che noi chiameremo *fulmineo*, perchè della stessa indole di quello del fulmine, si eccita collo strofinio delle materie coibenti, dette anche *elettriche*, e si trasfonde per mezzo delle materie deferenti e semideferenti.

Vero è che l'elettricismo si eccita collo strofinio di tutti i corpi coibenti, vale a dire così colle resine come col vetro; ma evvi grande differenza nella indole di questi due fluidi. Se in vece di una palluccia sospesa al fil di seta, se ne usino due, ed ambe si accostino alla cera lacca strofinata, ambe saranno prima attratte da questa, e quindi si separeranno. Del pari avverrà se si approssimano al vetro strofinato. Non sarà

così poi se una palluccia si approssimi alla cera lacca strofinata, e un'altra al vetro strofinato; poichè in tal caso esse si attireranno avidamente, per la ragione che il fluido eccitato dal vetro, detto perciò *fluido elettrico vitreo*, e quello eccitato dalla cera lacca, detto *fluido elettrico resinoso*, si attraggono scambievolmente.

Credono alcuni Fisici che questi due fluidi sieno differenti realmente, e che posti in moto si attraggano scambievolmente. Altri credono che uno sia il fluido, e che collo strofinare il vetro vi si accumuli sopra molto fluido elettrico più dello stato ordinario, e che quindi cerca esso diffondersi per rimettersi nello stato di prima; e che strofinandosi al contrario le materie resinose, si tolga dalle medesime il fluido elettrico che hanno nello stato ordinario, e ch' esse perciò cercano attirarlo da' corpi circostanti per porsi in equilibrio. Ecco perchè il fluido eccitato dal vetro da questi Fisici è chiamato *positivo*, e quello dalle resine *negativo*. Non lascio però di menzionare una terza supposizione, che sia cioè unico il fluido elettrico, ma composto di due principj, e che l'eccitarlo non sia che decomporlo in questi due principj.

La macchina elettrica ci mostra con maggior

chiarezza quanto fin ora ho detto. Essa non è che una ruota o un tubo di vetro che girando viene strofinato da cuscini di pelle unti di amalgama di zinco e mercurio, o pure di una preparazione di stagno, detto da' Chimici *aurum musinum*: la semplice pelle fa lo stesso, sebbene con minor energia. A poca distanza dalla fascia strofinata della ruota o tubo si pongono delle punte metalliche, che partono da un tubo o sferoide di metallo, detto *conduttore positivo*. Questo conduttore resta isolato da uno o più colonne di materie coibenti. Girandosi essa ruota, questo conduttore vedrassi elettrizzato in modo che non solo mostrerà i fenomeni già detti di attrazione e repulsione, ma darà altresì delle scintille con delicato scoppio d'indole fulminea.

Se, mentre il tubo positivo comunichi colla terra, i cuscini sieno del pari attaccati ad altro simile sferoide o tubo isolato, questo conduttore co' cuscini darà del pari delle scintille, poichè trovasi elettrizzato per deficienza: percui dicesi *conduttor negativo* o *resinoso*. Vale a dire che siccome le scintille da quel conduttore positivo erano lanciate per eccesso a' corpi diferenti che gli si approssimavano; da questo per lo contrario le scintille si attirano per deficienza da' corpi che

gli si avvicinano. Siccome il corso di esso fluido elettrico fassi con eccessiva prestezza, così non puossi discernere se le scintille sieno lanciate o attirate. Se però, facendo comunicare col suolo il conduttor negativo, al conduttor positivo si attacchi una verghetta che finisca in punta, vedrassi da questa un fiocchetto lucido, il quale all' oscuro mostra che il fluido esce da tale punta. Se la stessa verghetta si attacchi al conduttor negativo, mentre il positivo farassi comunicare colla terra, alla punta della verghetta non si vedrà il fiocchetto, ma una stella: il che mostra che per quella punta entra il fluido elettrico nel conduttor negativo.

Da questo processo chiaramente si vede costituita una corrente del fluido elettrico. Esso ha la sua sede nella massa terrestre, dalla quale col mezzo d' una catena passa nel conduttore negativo, da questo collo strofinio passa alla superficie della ruota o tubo di vetro, e da questa al conduttore positivo per mezzo delle punte. Trovasi in questo accumulato il fluido, il quale cerca diffondersi a' corpi circostanti, e ritornare nella massa terrestre.

Se nella detta macchina in vece della ruota o tubo di vetro si ponga una ruota o tubo di

resina o di zolfo, che sia nel modo stesso regolare, la corrente elettrica si troverà invertita; giacchè il conduttore negativo diverrà positivo, ed il positivo negativo. Per essere di ciò persuasi si usi la detta palluccia di sovero sospesa al filo di seta. Se si elettrizzi a contatto della cera lacca strofinata, sarà negativamente elettrizzata; per cui sarà respinta da' corpi negativamente elettrizzati, ed attratta al contrario da' corpi positivamente elettrizzati.

Si prenda uno strato di materia elettrica ossia coibente, come una lastra di vetro, e se ne vestano ambe le facce di una sottile foglia metallica, lasciandovi intorno dall' una parte e dall' altra un margine di uno in due pollici di larghezza, talchè le foglie attaccatevi restino isolate: è degno per noi di considerazione che se una faccia si elettrizzi positivamente, ossia con elettricismo vitreo, l'altra faccia troverassi, senza fare altro, elettrizzata in meno, ossia con elettricismo resinoso. Del pari, se si elettrizzi una faccia negativamente, l'altra si troverà elettrizzata positivamente. Notabile è certamente questa proprietà del fluido elettrico, che posto in moto cerca equilibrarsi ne' corpi. La sua massima forza è nell'eseguire questo ristabilimento. Se si pongano a con-

tatto ambe le facce con un arco o filo conduttore, l'elettricismo si ristabilirà all'istante con luce e strepito.

Il nostro Italiano Volta vide che strofinando due sostanze elettriche, qualunque sieno, si trovano ambe elettrizzate; ma l'una in più, l'altra in meno.

Debbo far notare che volendosi operare con la macchina elettrica a due conduttori, col positivo ossia vitreo riescono i fonomeni più energici che quando si opera col conduttore negativo. Questo ha fatto dire a' Fisici essere più naturale ammettere un solo fluido elettrico, che due, essendo più facile cumulare maggior quantità di fluido elettrico sul conduttor positivo, che detrarne dal conduttor negativo, gli effetti del quale riescono più deboli. Qualunque sia il sistema che si voglia adottare, ripeto che degna di ammirazione è la forza del fluido elettrico nel rimettersi in equilibrio sia nella sua quantità o nelle sue proporzioni delle due qualità.

Abbiamo veduto che due corpi elettrizzati ambi per eccesso o per difetto, ossia ambi vitrei od ambi resinosi, si repellono. Al contrario, se due corpi si elettrizzino, uno in un modo e l'altro oppostamente, si attraggono. Questa forza di repul-

sione o di attrazione elettrica, essendo come ogni altra forza che parte da un punto e s' irradia come in una sfera, sarà come tutte le altre forze nell' inversa ragione dei quadrati delle distanze; purchè ciò si esegua nel mezzo istesso e di uniforme densità.

L' elettricismo nel vuoto del Barometro si spande con molta luce, nascente dallo strofinio del mercurio in faccia al vetro. Similmente nel vuoto fatto nella campana boileana, se si elettrizzi il coperchio di metallo, si vede scorrere a lucidi raggi il fluido elettrico da esso coperchio al fondo.

L'aria, sebbene secca, è un coibente imperfetto, come abbiamo detto, poichè, facendosi l' esperienze con una macchina elettrica nel tempo secco, all' approssimare il dorso della mano a qualche pollice di distanza dal conduttore, si sentono dirizzare i peli, perchè attratti dal conduttore elettrizzato. Intorno al conduttore elettrizzato fassi un' atmosfera elettrica; percui nell' oscuro, se l' elettricismo del conduttore è positivo ossia vitreo, tenendovisi da presso una punta metallica, si vede su di questa la stelletta luminosa, perchè dal conduttore il fluido corre ad essa; e se il conduttore è negativamente elettrizzato, su la

punta vedesi il fiocchetto, perchè da essa il fluido va al conduttore. Questi fenomeni si fan minori nella ragione de' quadrati delle distanze, secondo la legge già detta; e precisamente ciò si vede mercè l' elettroscopio. Giova aver ciò detto, poichè differente vedremo essere l' elettricismo voltaico nel suo corso.

A rendere più efficace l' effetto del fluido elettrico nel suo ristabilimento, si usa la bottiglia di Leyden. È questo un vase di vetro ben solido, internamente ed esternamente coperto da foglia metallica, lasciandone la bocca così di dentro come di fuori scoverta per circa due pollici, anzi coperta di ottima vernice resinosa per evitar l'umido. Quest' ordigno in somma è uno strato di materia coibente, come abbiamo veduto, vestito di foglia metallica; ed elettrizzandosi internamente per mezzo del conduttore, si accumula nell' interna faccia l' elettricismo, e l' esterna trovasi elettrizzata oppostamente. Facendosi quindi con un arco metallico comunicare ambe le facce, l' elettricismo si ristabilisce in iquilibrio, come abbiamo veduto, con viva luce e scoppio. Se però si continui a caricare l' interna faccia di elettricismo, si giugne finalmente a far fendere il vetro, passando il fluido elettrico da una faccia al-

l' altra. Ad impedire ciò, ed a poter accumulare maggior elettricismo, per vedere gli effetti della scarica da una faccia all' altra, si adoprano più vasi, ossia bottiglie di Leyden, poste in modo che tutte le interne facce comunichino tra di loro. Lo scoppio di questa batteria imita un picciol fulmine negli effetti. Si vede nella scarica un picciol globetto di fuoco uscir con istrepito, il quale perfora o rompe, incontrando nella sua corrente da una faccia all' altra, le sostanze semicoibenti, come fa il fulmine negli edifizj. Facendosi passare questo cumulo di elettricismo per uno strato di varj fogli di carta, li trafora; ma è osservabile che esaminato il buco fatto in essi fogli, pare come se fatto si fosse con uno stile dalla parte dell' eccesso di esso fluido, ossia della parte del fluido vitreo, a quella del negativo, ossia resinoso; percui i Fisici partigiani del sistema Frankliniano del positivo e negativo elettricismo, tengono questo fenomeno come argomento decisivo a lor favore. Sempre però resta a coloro che ammettono i due fluidi il poter dire, come per ogni altra corrente dell' elettricismo, che il vitreo si muove verso il resinoso.

Con lo scaricamento delle grandi batterie si giugne ad ammazzare anche un pollo ed altri ani-

mali, succedendo in loro uno stravasamento sanguigno per la lacerazione de' vasi. Facendo passare la scarica di una batteria per le braccia di un uomo, ei ne avrebbe del male, poichè la scintilla di una sola bottiglia è bastantemente molesta alle braccia ed al petto. Formandosi una catena assai lunga di persone che si tengano per mano, mettendo la prima la mano a contatto della faccia esterna della bottiglia, e l'ultima a contatto della interna, si sente da tutti la scossa nel tempo stesso. Questo mostra che o il fluido scorre con immensa celerità, o che il fluido contenuto nella catena delle braccia sia come una serie di palle, di cui urtata la prima, si comunica l'urto a tutte le altre successivamente.

Tutti gli effetti che in picciolo risultano dalla scarica della batteria elettrica ci mostrono, ripeto, essere questo fuoco elettrico della natura istessa di quello del fulmine. Tali sono: lo scoppio nel passare per l'aria, che precipitosamente urta; la sua fosforescenza, anzi l'infocamento, poichè colla scarica si accende l'alcool ed altre materie combustibili; il puzzo similissimo a quello del fulmine; ed in fine la magnetizzazione dell'acciajo, e la dismagnetizzazione alle volte dell'ago della Bussola.

È ben noto essere tre gli stati del vapore acqueo: vale a dire il *sottile* o *elastico*, combinato con l' aria, in modo da non toglierle la trasparenza; il *vescicolare* ossia *sensibile*, che forma la nebbia e le nuvole, e ravvisiamo essere di tal forma quello che si eleva dal vase in cui l'acqua bolle, a guisa di tenuissime vescichette; finalmente il vapore *condensato*, che è quello ridotto a tenuissime gocce, che riunite formano la pioggia. Costa dall' esperienza che nella formazione del vapore concorre l' elettricismo positivo o vitreo, poichè tutti i vasi da cui partono vapori si trovano elettrizzati in meno. È questo però un fenomeno assai delicato che con estrema diligenza ravvisar si deve, ma è quello che rischiara tutta la meteorologia elettrica. Il fluido elettrico combinato col vapore elastico resta all' intutto latente, e passando questo vapore sottile, elastico, invisibile ad essere visibile, ossia vescicolare, ne depone una parte: ed il vapore in questo stato trovasi elettrizzato in più, ossia in eccesso. Formandosi le nubi nell' atmosfera colla precipitazione del vapore elastico per la minor densità dell' aria, si trovano esse nubi elettrizzate positivamente; ed al contrario dileguandosi le nubi, e passando i vapori vescicolari ad

essere elastici, resta l' atmosfera elettrizzata in meno. Passando poi le nubi a formare il vapore condensato, ossia la pioggia, depongono l' elettricismo, il quale forma i lampi ed i tuoni. Se l'eccesso dell' elettricismo è tale nell' atmosfera che correr debbe alla terra, esso allora forma il fulmine. Che l' elettricismo corra di continuo dall' atmosfera alla terra, ed inversamente, costa dalle osservazioni; poichè per le dette cause può l' atmosfera trovarsi elettrizzata in più od in meno, e cerca esso fluido equilibrarsi nella quantità o nelle opposte qualità.

Si conformano le nubi nell' atmosfera in molte fogge capricciose; e ciò nasce dalla scambievole attrazione, trovandosi pregne di differente qualità o quantità di elettricismo.

Si crede che le mosse elettriche terrestri possano essere cagionate dallo stato opposto in cui trovasi l' atmosfera ed il suolo per le dette cause atmosferiche; ma oggidì vi è chi crede che la posizione e qualità de' minerali possano più probabilmente cagionare le mosse elettriche terrestri, come vedremo pel voltaismo.

Sebbene non si ammetta ora l' eccitamento dell' elettricismo nell' atmosfera prodotto dallo strofinio delle nubi nelle piogge, non si nega però

l' eccitamento elettrico ne' turbini, specialmente nel mare, e nelle estese pianure, ove hanno effetto molti svariati fenomeni. La formazione de' venti anche è dovuta alle mosse elettriche atmosferiche; ma essendo la forza de' venti un effetto secondario, non è del mio assunto parlarne.

Nelle mie osservazioni, che per circa venti anni feci nella mia patria Altamura, fui convinto della continua corrente elettrica atmosferica, che sensibilmente si manifesta, specialmente in quella regione scarsa di alberi; e ciò sempre conseguentemente alle cause già menzionate della conversione delle nubi in pioggia, dando al suolo elettricismo positivo, ed attirandolo al dissipamento di esse: nel qual caso il Barometro si eleva.

Qui mi conviene far notare che l' elettricismo atmoferico è capace di sostenere nell' atmosfera del polverio terrestre. Nell' anno 1794 nel dì 18 giugno, facendo le mie osservazioni sopraddette, vidi placidamente venire dall' Ovest un fosco nembo temporalesco. Mi fu ciò di meraviglia, poichè giammai non avea veduto direttamente venirne da tale plaga, ma bensì dal Nord-Ovest. Le osservazioni elettroscopiche m' indicavano molto elettricismo positivo; ed in luogo di scoppiare un temporale, vidi cadere della polve-

re, come altra volta avea veduto, senza poter fare ulteriori osservazioni. Posi allora esposto all' aria un recipiente metallico ben isolato, nel quale ricevei il polverio, che riconobbi vulcanico, molto elettrizzato, attirabile in qualche modo dalla calamita. Dopo la caduta di tale polverio, la nube passò innanzi. Dalle notizie ricevute dopo cinque giorni intesi esservi stata una eruzione ben forte del Vesuvio, il dì precedente alla caduta di quel polverio o cenere vulcanica. Allora io compresi che non per forza di projezione le ceneri vulcaniche vengono trasportate a lunghe distanze, ma per forza elettrica. Fui il primo ad annunziare ai dotti tale mia idea, la quale servì a sostenere la formazione dei meteoroliti, sulla quale si dubitava allora.

CAP. VIII.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DEL FLUIDO GALVANICO O VOLTAICO.

Il dottor Galvani, professore in Pavia, avendo tagliata per metà delle rane, ed isolati i nervi lombari, osservò che ogni volta che occorreva mettere in comunicazione essi nervi ed i muscoli delle cosce con qualche metallo, si eccitavano in queste delle forti mosse convulsive, come se esse rane fossero vive. Questo fenomeno fu appreso dal dotto Fisico come quello della boccia di Leyden, considerando i nervi come la faccia interna di questa, e le cosce la faccia esterna; e per tale lo pubblicò. Questa esperienza replicata da tutti i Fisici di Europa, fu l' oggetto della considerazione generale. L' insigne Volta nel ripetere questa esperienza, si accorse che, se in vece di usare un sol metallo nel dare comunicazione ai nervi co' muscoli, si usavano due metalli differenti, le convulsioni riuscivano più forti. Fu questo un oggetto di suo lungo esame, adoprando varj metalli a coppia; e trovò che la coppia dello zingo e del rame era la più efficace ad ec-

citare le dette convulsioni; e ne concluse che la coppia de' detti metalli era per sè capace di somministrare l'elettricismo atto ad eccitare le convulsioni, più che ogni altra coppia. Galvani intanto si sforzava a dimostrare che l' elettricismo non era prodotto dai metalli, ma bensì dall'organismo della rana. Estese il Volta le sue ricerche in modo, che col suo singolare genio giunse a riconoscere che due piastre eguali, l' una di zinco e l'altra di rame, applicate l' una sull' altra, pongono in eccitamento l' elettricismo, caricandosi in più, ossia nel vitreo, lo zinco, ed in meno o resinoso il rame. Qui giova notare che queste due piastre non attingono l' elettricismo a differenti fonti; dal che bisogna concludere, o che la loro differenza nella elettrizzazione sia nel più o nel meno, ovvero che l'elettricismo si decomponga in due principj. Se a questa coppia altra simile se ne unisca, e tra queste due coppie si ponga una materia conducente esso fluido, quale è l' acqua, o meglio qualche soluzione acida o salina o alcalina, che concorrer possa all' ossidazione de' metalli impiegati, e di cui s' impregni un pezzo di panno o cartone, ponendolo tra lo zinco di una coppia ed il rame dell'altra; questa doppia coppia sarà doppia-

mente efficace. Nel modo stesso può unirvisi una terza coppia, e molte altre ancora, interponendovi sempre il panno bagnato: e tal serie di coppie costituisce quella che dicesi *Pila di Volta* o *Pila Voltaica.* Se pongasi la mano a contatto della piastra di rame che sta sotto la pila, e coll'altra si tocchi la piastra di zinco che sta al di sopra di essa pila, si sente la scossa elettrica, la quale può replicarsi quante volte si vuole, perchè si carica da sè. Tale scarica non è così sensibile come quella della bottiglia di Leyden, ma si rende più efficace colla continuata azione.

Il polo che finisce collo zinco dicesi *positivo* o *vitreo*, perchè dà l' elettricismo; e quello che finisce col rame dicesi *negativo* o *resinoso*, perchè riceve esso fluido. Si pone a ciascun polo un filo metallico, che si chiamano *reoferi*, distinguendo il positivo o vitreo, dal negativo, secondo i poli da cui partono. Facendo accostare le punte de' reoferi, si vede fra esse una scintilla, e dopo poco altro tempo un' altra; e così continuano in seguito senz' altro apparecchio.

In altri modi si sono costruite le pile o macchine voltaiche, con piastre più grandi (sempre però facendo agire lo zinco col rame), e con va-

si anche di questi due metalli, ed adoprando soluzioni acide o alcaline di varj sali. Quando una pila è ben formata di ampie piastre, e di molte coppie, dà de' risultamenti sorprendenti. Ponendosi un filo metallico tra i due poli, si riscalda con vivissima luce, e si fonde, ancor che sia di ferro. Le foglie di oro sotto l' azione della pila si volatilizzano. Facendo comunicare i due reoferi in un vase, si veggono ivi effettuarsi delle operazioni che con processi chimici ottener non si possono: si decompongono de' sali, degli acidi e degli ossidi metallici; potendosi dalle soluzioni di questi riprodurre alcuni metalli di qual foggia si voglia, formandosi degl' impronti, come se fatti si fossero a getto. Ottiensi anche la decomposizione dell' acqua ne' due suoi principj, ossigeno ed idrogeno. A fare ciò si pone l' acqua in un cannello di vetro, in cui s' introducano i due reoferi oppostamente, in modo che l'acqua si trovi nel mezzo.

Questo sottile imponderabile fluido vien detto da alcuni *Galvanismo*, ma impropriamente, poichè desso fu riconosciuto da Volta, nè si eccita dalle rane, ma bensì dallo zinco e dal rame; e però molto meglio vien detto *elettro-voltaico*. Tale fluido si è dubitato da alcuni Fisici se sia lo

stesso che quello che si eccita collo strofinio delle materie coibenti, ossia elettriche. Le leggi con le quali agisce, in alcuni casi paiono conformi, ed in altri differenti. Che che ne sia, attender dobbiamo che sia ciò deciso dopo altre investigazioni dei Fisici, giacchè ora merita l' attenzione di tutti. La differenza essenziale tral fluido elettrico e questo fluido che si sviluppa dall' apparecchio voltaico consiste in ciò, che quello si ammassa sul conduttore, come abbiamo veduto, e cerca diffondersi per tutte le vie; questo è in un continuo moto di corrente, ed è detto perciò *elettricismo dinamico.* Mostra esso i suoi fenomeni, allorchè si vuole interrompere la sua corrente.

Le possenti forze così fisiche come chimiche che veggiamo nell' elettricismo voltaico eccitate dal semplice contatto di due metalli, ci mostrano essere questo un fluido invisibile imponderabile. Siamo altresì tentati a credere dover esservi in natura altri di simili fluidi invisibili, eccitabili in simili modi, e che dieno causa ad altri fenomeni, e specialmente nelle sostanze minerali, che sono disposte a filoni ed a strati nelle viscere della Terra. Chi sa se tali potenti forze non abbiano un tempo contribuito all' elevazione delle montagne! *O altitudo divitiarum*

sapientiae et scientiae Dei: quam incomprehensibilia sunt judicia ejus et investigabiles viae ejus. Pau. Rom. C. xi v. 33.

CAP. IX.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DEL FLUIDO MAGNETICO.

Da' tempi più remoti si ha conoscenza della forza della calamita, la quale attira il ferro. La calamita fu detta dagli Antichi *magnes*. Sembra essa una pietra ferruginosa, che suol trovarsi sotterra a pezzi staccati, e prossimamente alle miniere di ferro. Se un pezzo di calamita s' immerge nella limatura di ferro, o nell' arena ferruginosa, se ne attaccheranno agli estremi di essa molti granelli l' un presso all' altro, formando un ciuffo o barba. Questo mostra come la calamita abbia attrazione pel ferro. Se la limatura sia posta su di un foglio di carta, e si faccia muovere da sotto la calamita, si vedrà che agisce anche a traverso della carta. Similmente, se alla calamita si avvicini un ago, esso ne sarà attratto.

La calamita, se è bislunga, mostra ne' due suoi estremi questa forza attrattiva, talchè se essa si

ponga su di un piano, e vi si gitti della limatura di ferro, e si scuota quindi il piano dolcemente, allora la limatura si disporrà a guisa di fili divergenti agli estremi della calamita, e nel mezzo di essa non vi resterà limatura. La calamita ha dunque due poli, in cui si manifesta la sua forza di attrazione, ed in mezzo è inattiva. Questa calamita si ponga sopra un pezzo di sovero a galla sull' acqua: essa dopo alcune oscillazioni si situerà con l' un estremo, ossia polo, verso Borea, e con l' altro verso Austro, per cui l' uno vien chiamato *Polo-boreale*, e l' altro *Polo-australe*. Se da tale posizione venga distolta, nuovamente da sè si collocherà nella stessa posizione.

Queste forze delle calamite naturali di attirare il ferro ai suoi poli, e dirigersi costantemente ai due Poli della Terra, con maggiore attività si eseguono dalle calamite artifiziali. Per fare degli aghi calamitati ecco come si procede. Si prendano tre o quattro aghi, per esempio, e si tengano tutti per la stessa parte, e sia per la cruna; tenendoli così uniti, si ponga il loro mezzo su di uno de' poli della calamita naturale, o di altra artifiziale, e sia il boreale; e così a contatto si facciano strisciare fino alla punta; e ciò si

ripetà per una cinquantina di volte, senza fare che ritornino indietro strisciando. Si replichi la stessa operazione tenendo ora essi aghi per le punte, ossia per la parte opposta; ma ciò si faccia sul polo opposto, val dire su l'australe, e ciò del pari per cinquanta volte. Ecco che avremo quattro aghi calamitati, ossia quattro picciole calamite artifiziali. Ciascuno di questi aghi attirerà la limatura di ferro ne' suoi estremi.

Si sospenda ora uno di questi aghi per lo mezzo con un filo di seta non ritorto; ed esso si situerà co' suoi estremi l'uno a Borea e l'altro ad Austro. Ma è d'avvertire che la punta di ciascun ago che si è strisciato ossia calamitato sul polo boreale, si rivolge ad Austro, ed è così divenuta polo australe; e la cruna è divenuta polo boreale. Se a questo ago sospeso se ne accosti un altro de' calamitati, per la parte della punta, anche polo australe, si discacceranno punta con punta, e parimenti cruna con cruna; si attireranno per lo contrario punta con cruna. Posti poi detti aghi su di un levigato piano, si attireranno essi reciprocamente punta con cruna, e si respingeranno punta con punta, e cruna con cruna.

Se ad un ago calamitato cambiar si vogliano

i suoi poli, bisogna usare la stessa operazione, ma sul polo opposto a quello su cui si è calamitato: vale a dire che se si è calamitato sul polo boreale, per cui questo si trova nell' ago polo australe, bisogna strisciar l' ago sul polo australe dal mezzo fino all' estremo; e così per l' altro. Tale operazione deve lungamente ripetersi, dovendo l' ago lasciar prima la corrente di fluido che avea, e quindi prender la corrente contraria.

Nello stesso modo come si calamitano gli aghi si possono calamitare delle verghette di acciajo ben temperato e levigato, per meglio osservare i fenomeni che indicar ci possono l' indole di tale forza. E se mancasse un pezzo di calamita naturale o artifiziale, può farsi uso di un parallelepipedo di buon acciajo temperato, regolare e ben pulito; poichè strofinato più volte questo pezzo sulle facce di altri pezzi di acciajo, si giugne a calamitarli. La forma più efficace delle calamite artifiziali è quella presso a poco fatta a ferro da cavallo; poichè in tal modo i poli si trovano avvicinati.

Ho detto che se su di un foglio di carta bianca si ponga una verghetta di calamita, e vi si sparga della limatura di ferro, e quindi si scuota

dolcemente, la limatura si dispone in linee, le quali partono dall' un polo per volgersi verso l'altro: ciò molto meglio si esegue con una calamita a ferro da cavallo. Se dunque la calamita attrae il ferro in distanza, dee dirsi esservi un fluido che da essa emana, e che agisce sul ferro. La direzione di esso fluido magnetico sottile, invisibile, imponderabile, si mostra nella traccia che segnano i granelli della limatura di ferro, che vanno dall'un polo all'altro. È singolare poi che il fluido magnetico, uscendo dalla calamita, non si arresta incontrando il ferro che attira, ma comunica a questo, la forza di attirare altro ferro. Se infatti da una calamita si faccia attirare un pezzo di ferro, questo, mentre è così attirato, acquista la facoltà di attirare altro ferro; per cui se si accosta alla limatura di ferro, questa sarà attratta, formando i filamenti di cui sopra abbiam parlato. E così se al detto ferro si accostino de' piccioli chiodetti o degli aghi, esso ne prenderà molti, l'uno attirato dall'altro; ma essi si distaccheranno tostochè il primo ferro si distacchi dalla calamita.

Attraendosi, come si è veduto, il polo di un ago calamitato col polo opposto di un altro, ben si vede che i fluidi magnetici degli opposti poli

si attraggono, e quelli del polo istesso si repellono; e ciò anche nella stessa calamita, poichè il fluido esce divergente dal polo, come le tracce della limatura di ferro dimostrano. Il fluido magnetico deve dunque essere in moto passando dall' un polo all' altro; ma pare che esso si divida in due principj, ciascuno che parta da un polo, tosto che con modi opportuni è posto in moto. È da distinguersi dunque nelle calamite il mezzo, ove niun effetto magnetico si mostra, ed i suoi estremi, ossia poli, ove gli effetti della forza magnetica si esercitano. Questa reciproca corrente del fluido magnetico eccitata una volta nell'acciajo temperato, non più si frena coll' esercizio, anzi si accresce. Ad una calamita a ferro da cavallo, per averla sempre attiva, bisogna porre un pezzo di ferro dolce che tocchi ambi i poli, il quale fu detto *conduttore*, per dare continuo passaggio tra l'un polo e l' altro al fluido magnetico. Se per qualche tempo la calamita resta senza il conduttore, s' indebolisce; ma non perde intieramente la sua forza. È certamente degna di considerazione questa attività perpetua che hanno le calamite, la quale consiste nella continua circolazione del fluido magnetico. Dico circolazione, poichè è naturale che l' acciajo, come ogni ma-

teria ferrea, ha in sè tale fluido magnetico in quiescenza, ma colla tempra si dispone a poter averlo in circolazione. La tempra consiste nell'infocare il ferro fino ad un certo punto, e smorzarlo indi nell'acqua, affinchè non abbiano tempo le particelle di porsi tra loro in perfetto contatto; e perciò è facile esso acciajo a rompersi. Per eccitarsi il fluido magnetico abbiamo veduto che bisogna col polo di altra calamita eccitare e chiamar fuori dall'estremo di esso acciajo il fluido magnetico opposto a quello con cui si agisce. Che l'attività magnetica consista nella circolazione di esso fluido si vede da che magnetizzata una metà dell'acciajo, non resta questa sola magnetizzata, ma anche l'altra che non ha avuto contatto colla calamita. Ciò mostra che la magnetizzazione consiste nel porre in moto il fluido magnetico da un polo all'altro. Inoltre, a vie più mostrare ciò, si spezzi la punta di un ago già magnetizzato, e sia il polo boreale: picciola che sia tale punta spezzata, l'estremo del pezzetto dell'ago verso la frattura sarà polo australe, come si riconoscerà nell'avvicinarsi all'ago calamitato sospeso, che attirerà il boreale, e discaccerà l'australe.

Da ciò ben si vede che ogni molecola di una

calamita naturale o artifiziale deve supporsi circondata da una corrente particolare del fluido, la quale continuamente si muove all' interno ed all' esterno di essa, e che la corrente di altra molecola prossima vi si unisce, se ambe il moto stesso far debbano di circolazione. Similmente, qualunque sia il numero delle molecole, tutte si uniscono a costituire una corrente magnetica di tutta la massa, grande che sia. Se poi questa si accorcia, sempre la corrente si renderà circolare o rientrante, minima che si faccia la calamita.

Che il fluido magnetico sia quiescente nell'acciajo ben si vede, poichè questo, se non è temperato, non può calamitarsi, sebbene debolmente si renda attivo; e se s' infochi un pezzo di acciaio calamitato fino a perdere la tempra, perde l'attività magnetica. Il ferro dolce ha in sè anche il fluido magnetico, ma in quiescenza; poichè attaccato ad una calamita, esso manifesta l' attività magnetica; e mediante la corrente voltaica manifesta con molta possanza tale attività; ed è ben noto che nel ferro dolce in cui niun' altra sostanza estranea trovasi, il fluido magnetico non puossi mettere in moto. Battendosi però a freddo il ferro acquista una rigidezza, mi-

nore però di quella dell'acciajo temperato; ed allora si rende alquanto suscettivo di acquistare la forza magnetica. È da riflettere che le calamite naturali, secondo l'analisi chimica, contengono il ferro con qualche altro principio terroso. Del pari l'acciajo non è solamente ferro, ma contiene anche del carbonio; onde pare che il fluido magnetico sia facile a porsi in moto nel ferro combinato con altri principj. Veggiamo per altro che l'acciajo, ed anche il ferro duro, dopo essere stato limato a lungo, o battuto, suol acquistare una debole forza magnetica.

La calamita esercita l'azione di attrazione sopra tutte le materie che contengono ferro nello stato quasi *regolino*, come dicono i Chimici, ma non già nello stato di ossidamento. La calamita manifesta la sua attrazione anche sul nikel, sul cobalto, sul cromo.

Ho detto che posta una calamita su di un pezzo di sovero a galla nell'acqua, questo si situa, dopo alcune oscillazioni, con un polo diretto al Polo Boreale, e l'altro all'Australe. Un ago calamitato, come ho detto, sospeso per metà ad un filo non ritorto, si situa nel modo stesso; ma con precisione la sua direzione declina dall'esatto Meridiano di qualche grado, secondo i luoghi e

secondo i tempi: e questa dicesi *declinazione dell' ago magnetico*, necessaria a conoscersi dai Piloti. Meglio ciò vedesi in una Bussola graduata, in cui è una lancetta di acciajo calamitato, che ha in mezzo un cappuccetto di agata per sostenerla in bilico. Siccome il Meridiano astronomico è in ciascun luogo il cerchio massimo che passa per esso luogo ed i Poli della Terra, ossia la linea segnata dal piano che passa per gli Poli, e conseguentemente pel centro della Terra; così il Meridiano magnetico è quella linea segnata dal piano che secondo la direzione dell' ago magnetico in ciascun luogo passa pel centro della Terra.

Se inoltre si faccia una leggiera verghetta di acciajo a forma di una asta di bilancia, in modo che si sostenga perfettamente orizzontale, calamitandosi, si piegherà ad angolo sotto dell'orizzonte, ponendosi nel Meridiano magnetico. L'ago magnetico non solo declina dal Meridiano, ma s' inclina dall' orizzontale; per cui si è formata la *Bussola d' inclinazione*. L' inclinazione del detto ago magnetico è anche secondo i luoghi e secondo i tempi.

L' ago magnetico in ogni giorno ha de' piccioli, ma sensibili movimenti di declinazione.

Alcuni sono quasi regolari così di giorno come di notte, e pare che questi dipendano dal corso del Sole; altri sono straordinarj, detti perciò *perturbazioni*. Queste nascono da varie circostanze dell'atmosfera, ma principalmente dalle Aurore Boreali; poichè quando si mostra un' Aurora Boreale, le dette mosse sono attive, e si osservano anche nell'eruzioni vulcaniche, e ne' tremuoti, e ne' temporali. Desse si osservano tanto sulla superficie della Terra, quanto nelle profonde caverne, come fu osservato dal Cassini nelle cave dell' Osservatorio di Parigi. Le mosse dell' ago magnetico sono nelle regioni Boreali più grandi ed irregolari.

Essendosi da' Fisici fatta attenzione alle oscillazioni che fa l'ago magnetico per fermarsi nella sua posizione, si sono accorti che desse sono proporzionali alla forza magnetica che possiede esso ago. Un tale fenomeno, come tutti quegli altri che non concorrono a manifestare l'indole della sua forza, sono da me trasandati, come più volte ho protestato di fare.

Siccome l'ago magnetico si pone nella direzione dei Poli della Terra nel modo stesso che fa con una calamita a qualche distanza, è a dirsi che la Terra abbia il potere stesso di una grande cala-

mita, ed il fluido magnetico sia in moto dall'un Polo magnetico all' altro, senza potersi indovinare ove questi due punti si trovino nella Terra, giacchè esattamente ai Poli della Terra non corrispondono.

Nuove indagini però fan credere che il fluido tellurico, avendo la sua corrente dall'Oriente all'Occidente, faccia rivolgere l'ago magnetico secondo quello che diciamo Meridiano magnetico. Siccome abbiamo veduto che coll'azione che fassi con una calamita, ossia col suo replicato passaggio, si pone in moto nell'acciajo il fluido magnetico; così col replicato passaggio del fluido magnetico terrestre succede l'eccitamento del fluido magnetico ne' ferri che per anni si trovano nelle fabbriche, specialmente se sono nella direzione del Meridiano terrestre magnetico, sebbene debolmente, poichè il ferro non è suscettivo di ben calamitarsi; oltrechè i ferri dopo anni si vestono di molta ruggine insensibile all' azione magnetica.

Considerando la forza dell' elettricismo, il quale si eccita collo strofinio di alcune materie elettriche; del voltaismo che si eccita col contatto di alcuni metalli; il magnetismo, che si eccita nell' acciajo collo strofinio di altra cala-

mita , pare che queste tre forze della natura abbiano tra loro un'analogia, ed un'azione che giova osservare.

Da più tempo si conosceva che gli aghi delle Bussole marine perdevano la loro facoltà magnetica per causa del fluido elettrico scorrente loro da presso lungo il parafulmine. Ciò suggerì a' Fisici di cimentare gli aghi calamitati al corso elettrico delle batterie di Leyden ; e qualche effetto se ne vide nella perdita di attività di alcuni , e nella calamitazione di altri. Era riserbato però all' esimio Romagnosi accidentalmente osservare , che passando la corrente della Pila voltaica vicino all' ago magnetico, declinasse questo dalla sua naturale giacitura. Non era egli un Fisico osservatore ; ma una tale novità lo colpì , e volle che da altri fosse ripetuta. Oersted dopo molte osservazioni venne a riconoscere finalmente la grande azione del fluido elettrico voltaico sul fluido magnetico. Osservò egli che se ad un filo conduttore della corrente della Pila voltaica si avvicini un ago magnetizzato liberamente sospeso , come è quello della Bussola , si vede questo declinare dalla sua posizione , facendo molte vibrazioni , senza essere attratto o repulso da altro corpo; e ciò anche alla

distanza di circa un metro. Questa forza che opera sul magnetismo è stata chiamata forza *elettro-magnetica*. Essa agisce in ragione della distanza, ed attraversa tutte le sostanze, fuorchè le magnetiche.

Costantemente si osserva che la corrente voltaica fa volgere sempre l'ago magnetico quasi in croce ad essa, col polo australe a sinistra. Questa facoltà che ha la corrente voltaica sull'ago magnetico serve di mezzo a riconoscere essa corrente e la sua direzione. A tale uopo si è inventato il *Galvanometro* o meglio *Voltametro*, che è un ordigno di prodigiosa sensibilità nelle dette correnti, mostrando ogni menomo moto di esso fluido; poichè essendo esso composto da un lunghissimo filo di rame o di argento vestito di seta ravvolta in modo che faccia per esempio cento giri, l'azione che farebbe la corrente semplice sull'ago magnetico addiviene allora cento volte maggiore; per cui fu detto anche questo ordigno *moltiplicatore*. Ogni debole corrente voltaica agisce sull'ago della Bussola, dalla cui giacitura si conosce anche qual sia la direzione della corrente.

Il signor Ampere, per indicare distintamente col Voltametro il corso della corrente del fluido

voltaico, ha inventato una statuetta che ha distesa sulla corrente in modo che questa entri per gli piedi, che corrispondono al polo zinco, ed esca per la testa, che mostra il polo rame. In questa posizione l'ago magnetico attraversa il corpo della statua col polo australe alla sua sinistra. In tale modo si riconosce precisamente la direzione della corrente voltaica.

Colla corrente voltaica si calamita ben presto un ago: vale a dire che il fluido voltaico pone anche in circolazione il fluido magnetico, non altrimenti che l'azione dello stesso fluido magnetico di un'altra calamita, come ho detto.

Siccome poi le correnti voltaiche agiscono sulle correnti magnetiche, così esse risentono anche l'azione delle correnti magnetiche, e specialmente quella della Terra. Lungo però sarei, se descriver volessi il processo di tale operazione, che oggidì richiama l'attenzione de' più grandi Fisici, da' quali sperar dobbiamo non poche interessanti notizie.

Non debbo però omettere di far notare che la corrente della Pila voltaica combinata con opportuni ordigni si rende assai più efficace della scarica della batteria elettrica di Leyden, poichè essa agisce non ad un tratto, ma durevolmente.

Essa si rende capace di uccidere gli animali. Mirabile è poi come la corrente voltaica eccitar possa il fluido magnetico in un pezzo di ferro dolce curvato a ferro da cavallo capace di sostenere fino a mille chilogrammi, che sono più cantaja di nostro peso; ma ciò fino a che agisce la corrente.

Riprendo ora le mie considerazioni su questi tre fluidi elettro-fulminco, elettro-voltaico, e magnetico, giacchè dessi si legano negli effetti, e mostrano qualche analogia. Abbiamo veduto che collo strofinio de' cuscini sul vetro si eccita nella macchina elettrica il fluido elettrico, che dicesi vitreo e positivo, il quale si comunica da' cuscini alla ruota o tubo di vetro, e da questo al conduttore positivo. Se la ruota o tubo in vece di essere di vetro sia di zolfo, o di materie resinose, il fluido che si eccita, e che passa nel modo stesso al conduttore, dicesi resinoso o negativo. In ambi i modi se dal conduttore si faccia partire un filo metallico fino ai cuscini, si stabilirà una corrente, sebbene in modo inverso. L'azione di questa corrente, benchè dia de' segni lucidi nelle sue interruzioni. più che la voltaica, è però molto più debole. Tutte le investigazioni usate per conoscere in qual modo lo strofinio ecciti e ponga in corso l'elettricismo, fin ora so-

no state poco soddisfacenti. Alcuni de' Fisici credono che lo strofinio eccitatore dell' elettricismo sia sempre accompagnato da una operazione chimica, ossia di decomposizione dell' aria o di altro mezzo in cui fassi lo stropicciamento, e somministri il fluido elettrico posto in moto colla stessa azione. Varj esperimenti fatti in vasi chiusi privi di aria e ripieni di varj gassi han mostrato insussistente questa opinione; ma chi non sa che nel vuoto del Barometro il fregamento del mercurio col vetro eccita l' elettricismo?

Lo strofinio di due corpi solidi qualunque eccita sempre elettricismo, sebbene poco apparente, mentre se son dessi coibenti, l' effetto si rende più potente, ed uno sempre resta elettrizzato in più o vitreo, e l' altro in meno o resinoso. Questo fa credere che in tutti i corpi risieda quiescente il fluido elettrico, e che venga turbato il suo stato di quiete collo strofinio, facendo che si decomponga esso fluido o ne' suoi due componenti che chiamiamo vitreo e resinoso, o nella quantità, restandone in un corpo più ed in un altro meno. Pare poi che l' elettricismo risieda ne' corpi, e propriamente nella loro superficie ove fassi lo strofinio, non già nel mezzo. Non è riuscito a' Fisici di eccitare l' elet-

tricismo collo strofinio di due gassi; ma si dubita che ciò avvenga nell' atmosfera tra due nubi ne' tempi procellosi.

L' elettricismo fulmineo si eccita anche con elevarsi la temperatura. Molti minerali eseguono ciò, e specialmente le termoline; altri corpi col battersi o comprimersi. Tutte poi le operazioni chimiche che formano evaporazione colle miscele, fermentazioni, dissoluzioni, consolidazione, combustione, ossidazione ed altro, eccitano l' elettricismo.

Il fluido voltaico si eccita col semplice contatto di due metalli zinco e rame. Questo pare potersi trovare non solo in questi due metalli, ma anche in altri. Pare inoltre che all' eccitamento di questo concorra anche l' azione chimica, poichè il panno bagnato o le vasche ripiene specialmente di acqua acidulata, o di soluzioni saline, influiscono ad ossidare la superficie dei metalli produttori.

L' eccitamento del fluido magnetico pure viene eccitato col moto di altra calamita. Pare dunque che questi tre fluidi sottili, invisibili, imponderabili vengano analogamente eccitati; e del pari che ciascun di essi si decomponga in due altri principj, i quali avidamente si attraggano

reciprocamente, con qualche legge; e che in ciò consista la loro forza.

Dal vedere che l' ago magnetico si volge costantemente, secondo quello che si è detto, verso il *Meridiano magnetico*, si è creduto che la Terra fosse una gran calamita, e che grandi depositi di ferro vi fossero sotterra da agire sull' ago magnetico, e sulle sue variazioni. Altri han creduto esservi una corrente di fluido magnetico da un Polo all' altro, come quella che scorre da un polo all' altro di una calamita. Che debbe scorrere una corrente di sottilissimo fluido imponderabile intorno a questo Globo è certo, il qual fluido con speciale termine si è chiamato *fluido tellurico*, poichè senza tale corrente non vi sarebbe il costante rivolgimento dell' ago magnetico ai Poli di esso Globo. Or si è conosciuto che la corrente di questo fluido tellurico si rende sensibile al Voltametro, non altrimenti che il fluido voltaico, facendo che l'ago magnetico si ponga a traverso ossia a croce sulla detta corrente. Posto ciò, vedendosi che l' ago magnetico si volge secondo il Meridiano magnetico, cioè da un Polo all'altro, dir dobbiamo che la corrente del fluido tellurico sia a traverso, e propriamente dall'Oriente all' Occidente.

Questa corrente del fluido tellurico dopo molte indagini si è riconosciuta; anzi dal nostro insigne Accademico Luigi Palmieri si è formata pria degli altri una macchina, con la quale nelle picciole interruzioni della corrente tellurica si manifesta la scintilla di esso fluido, non altrimenti che avviene del fluido voltaico. Sperar dobbiamo dalle ulteriori indagini de' Fisici potersi vie più conoscere l'indole di questo fluido tellurico, ossia i suoi andamenti ed il suo scopo.

Tralasciar qui non voglio di far notare che la direzione della corrente continua del fluido tellurico dall' Oriente all' Occidente rende più plausibili le ragioni che addur si possono per ispiegare le variazioni delle declinazioni ed inclinazioni dell' ago magnetico, secondo i luoghi e i tempi, ed in rapporto al corso della Luna ed al moto della Terra.

CAP. X.

DELL' INDOLE DELLE FORZE ORGANICHE.

Tutti i corpi che su questa Terra veggiamo, dotati sono delle proprietà meccaniche e chimiche che menzionate abbiamo, e sono di forme varie ed accidentali. Tra questi corpi però ve ne sono di quelli di forma determinata, contenenti nell' interno de' canali e vasellini, in modo che ricever possono internamente delle materie che in questi organi si elaborano per essere di loro nutrizione, e poter così crescere, conservarsi e propagarsi. Tali sono le piante e gli animali, che sotto nome di esseri *organici* si distinguono dagl' *inorganici*, ossia privi d' interna organizzazione. Le masse di terre, di sassi, di metalli sono internamente uniformi, senza alcuna organizzazione, e non possono crescere e propagarsi. Se tali masse si veggono aumentate di volume col tempo, ciò è dovuto alla esterna apposizione di simili o di altre materie, ma non mai per interna elaborazione, come da alcuni erroneamente si è creduto. La principale proprietà dunque che ca-

ratterizza i corpi organici è quella di ricevere l'alimento, e renderlo internamente opportuno alla loro nutrizione; la quale attività, qualunque sia, deve consistere nel moto delle interne parti, anche lento che sia; poichè l'unica attività o azione che può avere la materia è il moto. Ecco un' altra distinzione tra i corpi organici ed inorganici. I primi debbono avere un interno moto durante la loro vita, e non già nello stato di morte, quando cioè cessata sia la forza vitale. Dessi corpi organizzati, non ostante che abbiano la struttura o macchina organica, se han perduta la forza vitale, che è quella che anima la loro nutrizione, addivengono corpi inerti, non dissimili da' corpi inorganici, e restano loro le sole forze meccaniche e chimiche.

A potere ben parlare delle forze poste in azione da quella che dicesi *forza vitale*, e dagli Antichi *vis vitae*, cerchiamo definirla per quanto ci è possibile. Prendo un uccelletto che pongo in un vase in cui siavi dell'aria privata colla combustione del principio respirabile: questo delicato animaletto vivrà a stenti, ed in fine perderà la vita per la mancanza dell'ossigeno alla sua respirazione. Si può richiamare in vita se subito si ponga all'aria libera; ma se si tarda, egli

muore. Or esaminandosi l' uccello morto, in nulla si trova differente da un altro vivente, nella sua intera conformazione. — Perchè dunque non può più muoversi, volare, cibarsi, cantare, come ogni altro suo simile vivente? — Ciò dipende da che non ha più vita. — E che gli manca per essere vivente? Se nulla ha perduto del suo, se ora l'aria è già respirabile, perchè dunque non vive? — Perchè ha perduta la forza della vita. Ecco come credono alcuni poter soddisfare col fatto a tale inchiesta. Ma è forse tal forza una sostanza per sè distinta dalla materia che compone l' uccelletto, e che imprime a questo una energia a vivere, cioè a muoversi, alimentarsi, nudrirsi, crescere e fare tutte le operazioni vitali; o pure è la stessa materia che concepisce tale forza? Questo principio vitale, qualunque esso sia, non cade sotto i nostri sensi isolato, ma ne veggiamo gli effetti quando è unito alla materia inerte. Facile è dunque a noi definire i suoi effetti, ma non già la sua essenza. Noi potremo contentarci di chiamarlo, come fu chiamato fin dai tempi di Aristotile e Teofrasto, *principio vitale*, senza curare le tante ipotesi poste infruttuosamente in campo; giacchè fu esso chiamato spirito animale, fuoco centrale, fuoco animatore, etere, pneuma,

lume della vita, principio irritabile, principio tonico, principio elettrico, e tante altre fole.

Per essersi veduto negli ultimi tempi convellere le rane, anche sezionate, coll' azione elettrica tra i nervi ed i muscoli, e tante altre operazioni galvaniche e voltaiche sopra cadaveri umani, si è voluto con accensione di fantasia dire che può l' elettricismo essere il *vis vitae*. Che l'elettricismo sia uno stimolante ne' corpi organici, ben si vede; ma lo stesso fa ogni altra sostanza stimolante; e siamo ancora assai lontani dal poter animare i corpi morti colle correnti elettriche.

Negar non possiamo che il corso del fluido nerveo molto somiglia all' elettrico per la prestezza così a tramandare le sensazioni, come a produrre i moti muscolari; dal che pare che debba essere un fluido imponderabile potentissimo, come vedremo.

Che esister possa un essere distinto ne' corpi viventi, il quale animi ciascun de' corpi organizzati, non abbiamo prove in contrario; ma per l' uomo è più che certo che vi è un essere spirituale che lo vivifica, poichè nella sua materiale struttura tal essere distinto non si ritrova, a qualunque esame anatomico si sottoponga il suo

corpo. Altronde vi è, ripeto, certamente nell'uomo un essere vivificante spirituale, perchè esercita in lui delle facoltà intellettuali che sono incompatibili colla materia, come vedremo.

Si è voluto da alcuni assomigliare la vita animale alla combustione di una lucerna. Colla combustione si assorbe l' ossigeno, che si combina col carbonio e coll' idrogeno, distruggendosi l'olio. Del pari colla vita, e propriamente colla respirazione, si assorbe l' ossigeno dall' aria, segregandone il carbonio. Così nell' una come nell'altra operazione l' aria atmosferica si rende irrespirabile; e siccome alla lucerna manca l' olio, all' animale manca l'alimento. Sotto questo aspetto si è detta la vita *fiamma vitale*.

Qualunque sia il modo con che la forza vitale, così negli animali come nelle piante, venga comunicata, essa è una forza intrinsecamente efficace, ed è, secondo a me pare, l' istinto, che anima tutte le speciali forze concorrenti alla vita del corpo organico, ossia alle operazioni speciali per lo individuale benessere, e per la conservazione della specie.

Perchè poi i corpi organici possano nutrirsi, han bisogno dell' alimento di materie opportune ad assimilarsi con le altre materie analoghe che costituiscono essi corpi organici, ed a divenir

quindi, elaborate ne' vasi interni, parte dello stesso corpo. La natura ha dato l'istinto agli animali di mangiare quello che può servir loro di nutrimento, ossia che possa far parte della loro speciale macchina organizzata. Dessi dunque non si cibano di metalli, di terre, di sassi e di altri minerali. Vero è che si trovano degli animali ed anche dei Selvaggi che si cibano di alcune terre, ma sono queste miste di residui organici, e non già terre nello stato semplice.

Per poter procedere nell' esame delle forze organiche è necessario conoscere le sostanze componenti i corpi organici, e stabilirne la differenza. Tutti i residui de' vegetabili e degli animali dopo la loro morte sono materie organizzabili, vale a dire, che le materie di un albero possono servire a formare un animale, ed al contrario. Ma vi è per verità qualche distinzione tra le materie de' vegetabili e quelle degli animali. Generalmente nella materia organica animale abbonda più nitrogeno, che nella vegetabile.

Essendo ancora bambina la Chimica organica, veggo che non potrò essere abbastanza preciso nel parlare della medesima. Distinguono i Chimici ne' corpi organici le sostanze immediate della loro composizione, e sono nelle piante l' amido,

l'albumina vegetabile, il glutine, la gomma, lo zucchero; e negli animali l'albumina animale, la fibrina, la gelatina, il muco. Sono queste le materie ch'entrano nella fabbrica de' corpi organici, ed in conseguenza sono sostanze che possono avere la forza vitale. Con più profonda e distinta analisi questi principj componenti i corpi organici nella generale massa si riducono a quattro semplici sostanze: ossigeno, idrogeno, carbonio, nitrogeno. Si trovano altresì nelle sostanze organiche, sebbene in poca quantità, lo zolfo, il jodo, il bromo, il cloro, il fluore, il ferro, il potassio, il sodio, il calcio, il magnesio, il silicio, l'alluminio, il manganese, il rame. Tali sostanze, ripeto, vi si trovano in picciola quantità, ed accidentalmente.

I quattro principj già detti, che abbondano nella materia organica, si rinvengono anche abbondantemente nell'acqua e nell'atmosfera. I componenti dell'acqua sono l'ossigeno e l'idrogeno; nell'atmosfera poi, oltre l'ossigeno, si ritrovano il carbonio ed il nitrogeno. Questi quattro principj abbondanti in questo Pianeta costituiscono una infinita varietà di piante e di animali. Nel feltramento o laboratorio organico delle piante e degli animali i detti quattro principj si decompongono e ricompon-

gono tra loro con particolari forze organiche, ed in variate dosi, talchè in mille e mille differenti sostanze si conformano. Il seme di lattuca e quello di belladonna posti nella stessa terra, uno a canto all'altro, nella stessa aria, ed innaffiati colla stessa acqua, ci dànno l'uno un salutare alimento, e l'altro un veleno! Donde ciò, se non dalla forza interna di essi semi?

Conoscendo noi i detti soli quattro principj costituenti tutti i corpi organici, e la loro sorgente, restiamo maravigliati nel ritrovare ne' residui di essi corpi organici delle sostanze inorganizzabili già vedute. Questo deve farci credere che tali estranee sostanze si sieno introdotte ne' corpi organici disciolte nell' acqua o nell' atmosfera, qualora creder non si voglia esser dessi anche di produzione organica.

Non ostante poi che i Chimici abbiano coll' analisi conosciuti gli elementi delle materie organiche, non sono essi giunti ancora a comporre delle materie che solamente colle forze organiche si compongono. Da ciò si vede quanto sieno più efficaci le forze organiche che non le chimiche. Queste giungono a dissolvere e distruggere i principj immediati o secondarj de' corpj organici, ma giunger non possono a formar questi con gli elementi che conosciamo.

Volgendo lo sguardo alle materie inorganiche, veggiamo che si contano ora da' Chimici cinquantadue elementi della materia inorganica; ma ciò non ostante i loro composti sono più semplici, e perciò le loro affinità sono più tenaci. I composti degli elementi organici sono ternarj, per lo meno, mentre i composti degli elementi inorganici sono per lo più binarj. Ciò è necessario tenersi presente, giacchè avendo detto, parlando delle affinità, che le materie in ragione della loro complicazione sono più facili nel conflitto delle affinità a decomporsi, la materia organica è in conseguenza più soggetta a cambiamenti chimici a fronte della materia inorganica.

Un' altra gran differenza esiste tra le materie organiche ed inorganiche circa la composizione dei loro elementi; poichè le materie organiche, sebbene composte tutte da pochi elementi, come ho detto, pure dalla varia proporzione di questi, almen per quanto fin ora si crede, e coll' accoppiamento di qualche principio imponderabile, risultano tante variate forme di molecole, tanti variati colori, odori, sapori e proprietà varie, quante noi ne veggiamo in tante innumerabili materie che ci somministrano infinite specie di vegetabili ed animali-

Tutto ciò chiaramente ci mostra che debb'esservi ne'corpi organizzati, vegetabili e viventi una forza tutta particolare di ciascuna specie, che dia la forma a ciascun di essi corpi in attività, e prepari i principj immediati sempre costantemente nel modo istesso. In questa mirabile forza di formazione costante si manifesta la sublime differenza della materia organica dalla materia inorganica, morta ed inerte.

Qualunque corpo che non ha per suoi elementi componenti l'ossigeno, l'idrogeno, il carbonio ed il nitrogeno, giammai non si è veduto poter essere organico, vale a dire, di essere capace di moto per interna organizzazione, e risultarne quindi la nutrizione, conservazione, incremento e produzione. Siccome la materia organica non di rado animata si vede in piccioli animalucci infusorj che si muovono nell'acqua, ad alcuni Naturalisti è sembrato che un simile moto nell'acqua dipendesse da particelle e frammenti di metalli, terre e sassi. Ma con miglior osservazione si è veduto essere una illusione, poichè a tali piccioli frammenti suole alle volte restar aderente qualche bolluccia di aria atmosferica, che nello staccarsi dal frammento gli comunica un moto di reazione nell'acqua. In altre particelle pe-

netrando l' acqua pe' loro delicati meati, ha potuto anche per reazione imprimer loro un picciolo moto. Del resto verun altro moto organico han mostrato in seguito. Tutta dunque la materia componente questo nostro Pianeta può distinguersi in materia organizzabile ed inorganizzabile. Non è già che io dica che tutta la materia organizzabile sia in attività di organizzazione, ma che possa essere. Tutti gli animali e tutte le piante dopo la loro morte restano inattivi, formando una massa terrosa, ed è quella che forma la base dell' *humus* nelle campagne; ma essa è pronta ad entrare nell' attività di organizzazione.

Io concludo dunque esservi in natura una materia particolare capace di prendere forme organiche. Questa materia nello stato di quiete è amorfa, ma prende figura animata dalla forza organica, e costituisce un nuovo individuo, che si alimenta, si nutrisce, sente l' esterne impressioni, fa le sue convenienti funzioni, si conserva e si propaga, e quindi cessa di vivere, si discioglie, e la sua materia serve di materiale ad altro corpo organico; giacchè tutti gli esseri vegetabili ed animali, cominciando dal musco, che nasce su i sassi, fino all' alto pino, e da' vermi infusorj fino all' elefante ed alle balene, sono tutti esseri

composti dai pochi elementi già detti, che costituiscono la materia organizzabile.

Debbo qui avvertire di non voler intendere rigorosamente che la materia inorganizzabile non possa in menoma parte entrare nella organizzazione. Nelle ceneri e residui di vegetabili ed animali sogliono trovarsi delle sostanze inorganizzabili, ma in quantità assai tenue. Alle volte anzi per alcune infermità s' introducono ne' corpi viventi delle materie metalliche; ma queste non sono che accessorie ed inservienti a distruggere alcune materie morbifiche, non mai al nutrimento.

Dopo aver veduto qual sia la materia capace di acquistare le forze organiche, vengo ad esporre come essa si organizzi. A ciò fare sembrami opportuno cominciar l' esame dalla morte de' corpi organizzati. Lo stato di morte de' viventi, così animali come vegetabili, è quando le forze vitali sono estinte, a malgrado degli stimoli ed eccitamenti convenienti; ed allora non prendono alcun alimento, non più gli umori scorrono per gl' interni loro vasi, non vi è più moto. Sonovi per altro degli animali infusorj che nel liquido mostrano la loro vita, e restano inerti nel secco, e richiamano quindi la vita nuovamente nel li-

quido, e questo per più volte; ma tale inerzia dipende dal solo effetto della mancanza dell' eccitamento del liquido necessario alla lor vita. Cessata la forza vitale generalmente ne' corpi organici, agiscono allora liberamente le forze chimiche d' inorganica affinità. Comincia la decomposizione del tessuto organico, gli umori cominciano ad alterarsi colla presenza dell' aria atmosferica, del grado competente di calore, e dell' umido; quindi i materiali immediati, così nelle piante come negli animali, cominciano a fermentare; e con tale chimica operazione, che spontaneamente si eseguc, i materiali volatili si spargono nell' atmosfera, ed i fissi accrescono la massa della terra vegetabile, pronti a rientrare in novelle composizioni organiche. Non tutti i residui organici si disciolgono con egual prestezza. I legni, le ossa, i cuoi, le scaglie, le unghie degli animali han bisogno di più tempo a disfarsi; per cui l' uomo profitta di ciò, e con le arti opportune converte questi resti organici in alcuni utensili, associandoli anche ai metalli. Similmente, l' uomo si avvale della fermentazione, da cui son disciolte le materie vegetabili, e ne trae i liquori potabili. Qualunque però sia il tempo in cui i resti de' corpi

organici, anche i più durevoli soggetti ai tarli, si disciolgano, arriva la volta in cui entrano le loro molecole nell' atmosfera, nell' acqua, nella terra, e dànno origine ad altri corpi organici. Per meglio concepire ciò siamo costretti a supporre che una delle molecole della materia organica, ossia composta dalle quattro sostanze già dette, richiami intorno a sè altre simili molecole, e costituisca un picciolo corpo, che viene quindi animato dalla forza vitale.

È questo per l' uomo un arcano impenetrabile, per cui sonosi poste in campo delle ipotesi, delle quali non vi ha alcuna fin ora bastante a soddisfarci. Vi sono coloro che credono essere sparsa nella gran massa della materia organizzabile una gran quantità di molecole o particelle singolari dette *germi*, i quali, trovandosi in quelle circostanze capaci di animarsi, l' eseguono, e richiamano a loro la materia organizzabile opportuna; e finchè tali circostanze non s' incontrino, restano inattivi. Questa è una analogia desunta dai semi delle erbe parassite, come delle orobanche. Tali piante nascono nelle radici delle piante di fave, e si nudriscono del succo di queste. Questi semi sono nel terreno, e si mantengono inerti, finchè non si dà l' occasione di piantarsi

ivi il legume, alla cui radice si attaccano, e germogliano, e formano le piante.

Qualora ammetter si voglia per vera questa ipotesi, nasce il desiderio di sapere: 1. Questi germi primordiali sono stati tutti creati con questo Globo; ó si vanno essi aumentando, quasichè la creazione sia una continuazione della divina Onnipotenza? 2. Questi germi primordiali son dessi destinati ad una specie particolare di corpi organici; o pure sono destinati alla rinfusa ad un corpo qualunque universalmente? vale a dire, vi sono i germi destinati a divenire uomini; o si può da un germe formar così l'uomo, come un cavallo, o una rapa?

A me non si appartiene il conoscere quali sieno le operazioni che concorrono a fecondare uno de' detti germi preesistenti, ossia di parlare della generazione, aliena dal mio scopo; ma solamente far considerare lo stato delle prime molecole, poste in attività a costituire un corpo organico, ossia dotato della forza vitale.

Alcuni han voluto considerare la moltiplicazione de'viventi, così animali come vegetabili, nel modo stesso per divisione. Questa divisione però in alcuni animali fassi esternamente, come nei polipi di acqua dolce, e nei vegetabili; in

altri animali fassi internamente; colla sola differenza che ne' vivipari il nuovo corpicciolo organico comparisce già formato, e negli ovipari il nuovo corpicciolo fassi internamente e rinchiuso nell'uovo, donde si sviluppa in seguito con un moderato calore a cui rimanga esposto per qualche tempo. Similmente, le piante formano il seme, nel quale si contiene la piantolina che è già formata nell'interno della pianta madre, e che ha solo bisogno degli stimoli opportuni per isvilupparsi. Se pongasi una fava nell' acqua, e dopo essersi ben ammollita se ne divida il coricino delicatamente per metà, si vedrà in esso la picciolissima pianta già formata.

Credono essi dunque che tutti i corpi organici abbiano la forza di associare le molecole della materia organizzabile ad un nuovo corpo organico della stessa specie, come se fosse uno de' proprj membri, col concorso di alcune opportune circostanze, e comunicargli l'attività organica, e dopo essersi perfezionato, abbandonarlo alle sue forze. Qual necessità, dicon essi, vi è dunque di supporre la quantità de' germi esistenti nella materia? Similmente, vano è il supporre essere in un uovo l'infinita serie di tutti i polli che successivamente nasceranno da quell' uovo.

Le osservazioni microscopiche sugli animali infusorî han fatto vedere esservi di questi negli umori degli animali e ne' loro semi; e quindi si volle dire che uno di questi animalucci si collocasse nell'uovo entro la matrice della femina, e si convertisse in animale della specie della madre. Ciò presto fu smentito, perchè di tali animali infusorî anche nel seme feminile si ritrovano. Del resto le molecole organiche debbono sempre associarsi tanto per costituire un animale infusorio, quanto ogni altro. Quindi considerar dobbiamo le forze delle molecole nel prendere la forza della vita; e saremmo sempre al caso istesso di domandare come si sieno esse molecole combinate per formare un corpo organizzato picciolissimo che sia.

In qualunque modo però fassi la generazione de' corpi organici, certo è, ripeto, che una o più particelle della materia organizzabile debbono di unita acquistare quella che dicesi *forza plastica*, che è quella di un' attrazione tale per le altre simili particelle, da superare in conflitto le forze chimiche; poichè queste si oppongono allo stato organico, come ho mostrato. Per questa ragione grande opposizione deve trovare la materia organica nello stato confuso e disordinato in cui trovasi, e sotto l' impero delle for-

ze chimiche, per separarsene tanta, da costituire un essere organizzato, quale è un animale o un vegetabile. Se tutti i conflitti delle forze che pongono in moto la materia meritano ammirazione dal Filosofo, questo più di ogni altro ne merita, poichè trattasi del modo come la materia inerte si renda attiva.

Dopo le osservazioni di molti illustri Naturalisti, e specialmente di Treviranus, si sono persuasi alcuni che in talune favorevoli circostanze, senza il concorso di altri esseri viventi che animar possano la materia organica, questa da sè sola, mercè della fermentazione o putrefazione, originar può infinite forme vegetabili ed animali. Tali credono gli animalucci infusorî, la materia verde di Priestley, i Bissi, ed i Funghi. Ciò vien da altri negato, non ammettendo origine di viventi senza l'opera di altri viventi della stessa specie, o per le loro uova, o per la loro separazione. Certo è che tutte le infusioni di materie vegetabili o animali producono degli animali infusorî di una costante forma, secondo la diversità di tali materie. Ho voluto io seguire la produzione degl' infusorî nella polenta di fior di farina. Fatta questa, e quindi avvolta ben bene in un pannolino, fu seppellita nella terra,

e fu questa tenuta per nove giorni sempre bagnata. Scorso tale tempo, trovossi il panno, che era avvolto a più pieghe, ripieno di animalucci microscopici, come anguille, che si movevano con molta agilità. Essi sott' occhio si moltiplicavano, sia dividendosi la polenta spontaneamente per lungo, sia incidendola io per traverso.

Evvi dunque una generazione di corpi organici, che non voglio dire spontanea, ma facile, e che ha luogo, come si vede, nella materia organizzabile, qualora trovasi in favorevoli circostanze, le quali, per quanto sembra, consistono in una conveniente temperatura ed in una conveniente quantità di acqua, di aria e di luce. Da ciò risulta che la materia organizzabile tende ad organizzarsi, tostochè non abbia opposizioni. È però da badare che tale facile generazione, che alcuni credono spontanea, è solamente degli esseri organici di composizione assai semplice. Tali corpi organici, sebbene più semplici di composizione e procreati in facil modo, esercitano funzioni come gli altri corpi viventi procreati col concorso apparente de' differenti sessi. Questi fatti io credo che saranno di barlume col tempo al grande arcano della generazione de' corpi organici.

CAP. XI.

DELL' INDOLE DELLE FORZE CONCORRENTI ALLA NUTRIZIONE.

Tostochè i corpi si sono colle prime molecole organizzati, han bisogno di sostanze alimentari per potersi nudrire. Questo ha luogo in diversi modi secondo che succede lo sviluppo del germe nelle differenti specie. Negli animali vivipari il germe comincia ad alimentarsi nel corpo della madre, come parte del suo corpo. Negli ovipari si nudrisce nell'uovo, dove trova l'alimento già preparato. Ne' semi e ne' frutti la picciola pianta comincia a nutrirsi della materia che trova nel seme disciolta dall'acqua; e similmente i germi delle piante che nascono ne' tronchi ricevono l' alimento in questi. Gli animaletti infusorî e quelli che si generano in materie molli, in esse pure ricevono l' alimento.

In due modi i corpi organizzati ricevono l' alimento. Le piante lo ricevono nello stato liquido per mezzo dell' assorbimento, e così anche fanno alcune specie di animali; ma tutti gli atri ordinariamente lo ricevono per mezzo della

bocca variamente formata, secondo la struttura di essi animali, e la qualità degli alimenti. Le piante avendo le radici nell' acqua o nella terra umida succhiano colle loro delicatissime bocche l' umore che penetra nei loro organi. Che tale azione si esegue con la forza ordinaria di attrazione de' tubi capillari, la quale è tutta meccanica, ben si vede; ed ora tale meccanica immissione di liquidi impregnati di materie inorganiche fassi anche ne' legni secchi, e così si giugne a render questi di una straordinaria consistenza per adoperarli nelle arti. Questo assorbimento però, che sulle prime fassi nei legni verdi dalle radici per forza meccanica di capillarità, serve tosto di alimento alle piante, specialmente se esso umore è impregnato di materia organica, come è l' acqua cui somministra l' *humus* o terriccio formato da residui di corpi organici, o almeno la semplice acqua di pioggia. Tale umore viene elaborato ne' vasi e canali di esse piante, e addiviene umore nutritivo. Che tale umore progredendo ne' vasi de' vegetabili riceva una nuova combinazione, e non resti come è stato assorbito, nel modo che avviene a'legni secchi, può verificarsi recidendo i fusti delle piante anche vicino alle radice, da cui scaturisce un succo tutto particolare a quella specie di pianta.

Il succo, che ha ricevuto la prima elaborazione, per una forza vitale si eleva fino all' estremo, ossia cima delle piante, vivificando l' intiera pianta. S' introduce in fine esso umore nelle frondi, ove riceve una più delicata elaborazione per la produzione delle altre parti del vegetabile. Si osserva costantemente che se un albero si spoglia delle sue foglie, come avviene per vento vorticoso, o per la voracità degli animali, la nutrizione ed accrescimento della pianta si arresta, lo sviluppo de' fiori, la fecondazione e fruttificazione non avviene, e se i frutti sono nati, non giungono a maturità. La pianta priva delle sue foglie comincia dal produrre nuove foglie, essendo organi necessarj alla perfezione del succo nutritivo per mezzo della respirazione, come fa il polmone negli animali per rettificare il sangue.

Da quanto ho detto risulta che l' operazione dell' assorbimento ed ascensione nei vegetabili dell' umore alimentare non può credersi effetto della meccanica forza di capillarità, ma è effetto di una mirabile e poderosa forza vitale, che a noi è ignota. Il sig. Kielmeyer si contenta di chiamarla *forza propulsiva*, per dinotare che i succhi vegetabili sono spinti innanzi ne' condot-

ti ; i quali succhi non sono che liquidi in cui nuotano delle particelle rotonde.

Gli animali ordinariamente hanno un'apertura ossia bocca per introdurre gli alimenti nel loro corpo. Ve ne sono alcuni che hanno più aperture , ed alcuni assorbono l' alimento come i vegetabili. Quelli che vivonó di liquidi hanno uno o più succiatoi con un particolare meccanismo, che non è del mio scopo descrivere. Gli animali che si nutrono di alimenti solidi sono dotati ordinariamente di mascelle guernite di denti , come sono i mammali, i rettili, i pesci, oppure vestite di una veste cornea, come sono gli uccelli. L'alimentazione degli animali ha i suoi intervalli , mentre quella de' vegetabili è continua. Questi, tostochè sono nello stato di lor vita , separati da altri esseri della stessa specie, che l'han prodotti , non mostrano alcun istinto di proccurarsi il loro alimento. Se lo trovano, ne profittano , ed in caso contrario in uno stabilito tempo periscono. Non così gli animali, i quali, tostochè non sono più attaccati alle loro madri o alimentati da esse, mostrano il desiderio dell'alimento opportuno alla loro specie , e l' istinto di ricercarlo. È ben noto lo sperimento fatto da Galeno. Presentò egli alla bocca di un capretto ap-

pena nato molte sostanze, ed esso scelse il latte. Questa forza di cercare l'alimento negli animali nasce dallo stimolo che essi sentono nel loro interno, e propriamente nello stomaco o sacco alimentare, come ciascun di noi lo sente nell'aver fame.

Dalla osservazione di tutti i corpi organici, ossia vegetabili ed animali, dobbiamo concludere che sono essi dotati di una forza di ricevere le materie alimentari loro opportune. Questa forza, come abbiamo veduto, non devesi confondere con quella di assorbimento per la capillarità de' tubi, la quale non produce il nutrimento; il perchè siamo obbligati ad ammettere la forza di nutrizione come la principale, e come la base delle altre forze organiche. Com' essa assimilar possa le altre sostanze al materiale componente il corpo ci è ignoto; ma che essa agisce lo vediamo col fatto. Ed è notabile che agisce contro le affinità chimiche, le quali, come abbiamo detto, tendono a separare gli elementi organici.

Le materie alimentizie introdotte ne' corpi organici ne' modi già detti cominciano a ricevere un condimento, ossia un' aggiunzione di molecole capaci di poter nutrire il corpo. Se il suc-

co di un albero serbasse nelle prime vie l' indole di semplice umore assorbito dalla terra colle radici senza alcun cambiamento, allora sopra qualunque albero innestar si potrebbe un' altra pianta di qualunque specie. L' esperienza ci mostra che non può innestarsi una pianta di una specie sopra il tronco che non sia della stessa o analoga specie, appunto perchè il succo ha già cominciato a ricevere l' assimilazione opportuna alla specie analoga. Questa elaborazione del succo continua in seguito, talchè il ramo innestato dà il frutto del ramo, e non quello del tronco.

L' umore dunque assorbito dalle radici ascende pel fusto in conflitto delle forze di gravità fino alle cime, e s' introduce nelle foglie e ne' fiori. Il fusto è composto del legno e della corteccia negli alberi e negli arbuscelli. Il legno corre anche nei rami, e forma strati concentrici ognuno de' quali contiene fascetti di fibre legnose, ed un tenue strato di tessuto cellulare. Nel centro del fusto quasi in tutti i tronchi vi è il midollo sporgioso, composto di un gran numero di cellule membranose e rotonde. Le funzioni del midollo centrale non ben si conoscono, ma si crede ch'esso servir possa a somministrare l'alimento ai germogli che si sviluppano nel tronco. In-

torno al midollo centrale vi sono gli strati legnosi concentrici, ed uniti insieme da tessuto cellulare addensato. Gli strati che immediatamente succedono al midollo contengono quasi sempre i vasi spirali. Gli altri strati più esterni, meno duri, più bianchi, indurendosi costituiscono quello che dicesi alburno, e che vassi ad indurire, e costituisce il legno. In ciascun anno si forma un nuovo strato di alburno, i quali strati sono posti concentrici ne' tronchi, come ho detto.

La scorza o corpo corticale costituisce l' involucro degli alberi e degli arbusti. Risulta questa dalla sostanza corticale verde e succosa, e dall' epiderme indurita. In questi strati interni, verdi e succosi della sostanza corticale sembra che vi sieno i vasi contenenti il succo elaborato nelle foglie sotto l' influenza dell' aria e della luce.

Le piante che nel corso dell' anno perdono rami, foglie e fiori, ossia che nascono e muojono o in totalità o fino alla estremità della radice, hanno una organizzazione più semplice.

Per riconoscere il corso del succo nelle piante, basta segare la corteccia finchè si giunga alla parte legnosa, e vedrassi in primavera gemerne il succo.

Da quanto ho detto vengo a conchiudere non potervi essere vita vegetabile senza una forza che fa circolare il succo nelle piante capace di nudrirle secondo la loro specie. Il succo dunque nel sapore serba l' indole della pianta. Ma come va che il succo che geme dalle piante dell' acero differisce dall' indole di essa pianta, essendo assai zuccheroso? È questo uno degli arcani che mostrano come le forze della Natura c' illudono nel credere di aver discoperte le leggi che regolano il suo operare. Non vi è Chimico fin ora che sappia dirci come negli esilissimi vasi delle piante si elaborino molte materie che nei nostri laboratorî sono impossibili ad imitarsi.

Abbiamo detto che la maggior parte degli animali ricevono gli alimenti per la bocca, eccetto gl' infusorî e quelli composti di una materia omogenea mucosa, i quali gli assorbono come i vegetabili. Quelli che in vario modo ricevono le materie alimentizie per la bocca, e quindi nello stomaco, cominciano dal dare in ambi questi organi una elaborazione a tali materie. Nella bocca degli animali provveduti di denti, o di sostanze cornee, come i becchi degli uccelli, sono gli alimenti franti, se sono sostanze solide, e disciolti dalla saliva, la quale è un umore che ab-

bondantemente trasuda nella bocca. Essa è un umore debolmente alcalino composto di una materia animale particolare, e di alcuni sali; ma varia negli animali secondo le materie alimentizie di questi, cui debbe sciogliere e prepararle opportunamente pria che passino nel sacco dello stomaco.

Siccome la struttura della bocca degli animali è opportuna al loro speciale cibo, così del pari quella del loro stomaco. Gran differenza esiste tra gli animali frugivori ed i carnivori. Lungo sarebbe e fuor del mio proposito qui riferire le moltissime strutture delle bocche e stomachi degli animali che non solo sono frugivori o carnivori, ma che si cibano anche di varî piccioli animali e d'insetti, cui debbono sminuzzare opportunamente, e prepararli alle ulteriori interne elaborazioni. Lo stomaco non è un vase inerte che riceve gli alimenti preparati nella bocca, ma è un organo attivo, dotato di un moto di contrazione oscillatorio, essendo provveduto di muscoli. Questi, ricevendo stimoli dagli stessi alimenti nella cavità, formano il detto moto oscillatorio, che si rende capace di disciogliere la materie dure alimentizie. A tale meccanica operazione dello stomaco si unisce l'azione dei

succhi gastrici, i quali, ripeto, variano negli animali secondo i loro cibi e gli speciali umori che debbono essere sulle prime separati in alcuni di essi.

Abbiamo veduto, così nelle piante come negli animali, una prima operazione cui va sottoposta nei loro corpi la materia alimentizia per addivenire nutritiva, ossia capace di vivificare il corpo, che *assimilazione* si dice; e ciò con l' aggiunta di altre sostanze animali, e con meccaniche operazioni. Questa assimilazione da alcuni Naturalisti si stima l' operazione più mirabile della Natura, da cui dipende il sostegno del regno organico. Io debbo far qui notare che se si estragga da qualunque corpo, specialmente animale, l' umore già assimilato, ossia atto a dare l' opportuno nutrimento, e venga esposto all' aria in un aperto vase, non tarda esso ad essere invaso dalle chimiche affinità e a degenerare dal suo stato, deponendo quei principî che avea assimilati; perciocchè l' assimilazione ne' corpi organici è una forza tutta particolare, ed è in opposizione delle forze chimiche, ossia affinità; ond' è che essa si fa in conflitto di queste forze; e deve trionfare per non far cadere nello stato d' infermità l' in-

dividuo. Il sig. Tiedemann (1) paragona l'azione assimilatrice de' succhi aggiunti agli alimenti a quella dell'umor seminale del maschio su l'umor produttore femineo nella generazione; poichè l'influenza delle materie genitali determina i particolari cangiamenti di forma e composizione del germe. Io mi avanzo a dire che nell'assimilazione degli umori da servire alla nutrizione siavi una larga sede di mali. Ciò può nascere da qualche materia inorganica che s'insinui negli alimenti e venga assimilata, o da che nell'assimilazione non venga eseguita la debita proporzione de' principî costituenti la materia organica che nutrir debbe il corpo organico. Nel modo stesso è da credersi che operi l'azione di alcuni medicamenti che agiscono immediatamente sugli umori, poichè unendosi colle materie alimentizie, si pongono colle loro speciali attività in conflitto con le attività opposte produttrici de' mali.

Il sangue arterioso, che parte dal cuore dopo essere stato rinnovato dal polmone, vivifica tutte le parti del corpo. Convien dire che sono in

(1) Istitut. di Fisiologia generale compar. § 202.

esso i principì immediati che costituiscono le cartilagini, le ossa, i tendini, e tutte le differenti materie del corpo vivente. Esso è che anima la forza plastica che di continuo rigenera la macchina organica del corpo vivente, opponendosi a tutte le forze contrarie alla forza vitale.

Alla forza di nutrizione de' corpi viventi corrisponde quella di secrezione. È questa in tutti i detti corpi, così vegetabili come animali, necessaria alla loro individuale conservazione, e a quella della loro specie, ossia alla propagazione. Si segregano dalla massa dei loro umori alcuni che si aggiungono agli alimenti per operare l'assimilazione, o per altre operazioni della loro speciale natura; oppure vengono rigettati al di fuori come materie escrementizie. Questa è una forza ammirabile di varie affinità speciali, che dalla massa di tutti gli umori separa quelli che ad altre operazioni servir debbono, o che servito avendo ad alcune funzioni della speciale organizzazione, in seguito divengono non solo inutili, ma anzi dannosi, per cui sono cacciati via.

La chimica che la Natura adopera nelle tante svariate macchine organiche sorprende l'intendimento dell' uomo. Essa vien eseguita con modi i più semplici, e non già coi tanti variati appa-

recchi che usiamo ne' nostri laboratorî; e ciò non ostante estrarre o comporre noi non possiamo quelle materie che con facili ed invisibili modi si hanno dalla Natura predetta. Si veggono scaturire dalle cortecce degli alberi sostanze gommose e resinose di tante diverse qualità, odori e sapori. Negli animali si veggono internamente separare tante differenti qualità di umori secondo le diverse specie di essi animali. Tale secrezione fassi nel modo stesso che una spugna imbevuta di olio attira da un misto di acqua ed olio solamente questo, e non l'acqua; come al contrario la spugna imbevuta di acqua attira solamente questa e non l'olio. Ma le varie glandole separano dalla massa degli umori circolanti non già sostanze tanto differenti e repellenti quanto l'acqua e l'olio, ma sostanze quasi analoghe e miscibili. Esse glandole posseder debbono delle forze o facoltà tali, da attirare separatamente sostanze quasi analoghe come il sudore, la saliva ed altre, superando l'affinità di mistione di queste sostanze nell' umore circolante. Egli è certo che se ammirabile è la forza di nutrizione e della circolazione degli umori ne' corpi organici, non lo è meno la secrezione di essi umori, che è in continuo conflitto con l'affinità di aggregazione.

Si è veduto che dall' umore nutritivo di ciascun corpo organico vengono separate alcune materie necessarie nel corpo istesso ad alcune funzioni, ed altre mandate fuori come inutili. Del pari, colla respirazione così da' vegetabili come dagli animali vengono cacciate via delle sostanze volatili inutili alla loro speciale organizzazione, ed altre nel tempo stesso attirate dall' atmosfera, come necessarie alla conservazione di essi corpi. Nella respirazione due operazioni si eseguono, una di emanazione, ossia di espirazione, e l'altra d'inspirazione, ossia di assorbimento. Negli animali dotati di polmone queste due operazioni sono sensibilissime; non così negli animali privi di polmoni, e nelle piante. Ma da tutti però vengono rigettate le sostanze volatili inutili, ed attratte le necessarie.

Questa operazione ne' vegetabili fassi da' pori delle foglie. In alcune piante che tramandano sostanze vaporose spesso si trovano sulle frondi delle minute gocce di umore trasudato, il quale in talune si rende concreto nel vedere l' atmosfera: e di tale fatta è la materia dolce detta *manna*. In esse frondi, nello stato di florida vegetazione, coll' azione della luce si decompone l' acqua, restando l' idrogeno in esse piante, ed

effondendosi il gasse ossigeno nell' atmosfera. Non solo poi questo gasse, che forma la parte respirabile degli animali, vien emanato dalla decomposizione dell' acqua nelle piante, ma altresì dalla decomposizione dell' acido carbonico che trovasi nell' atmosfera, il quale vien dalle frondi istesse attirato, restando il carbonio nelle piante, e l' ossigeno cacciato fuori. Ecco come l' aria atmosferica si migliora colla vegetazione relativamente alla nostra respirazione. Alcuni Naturalisti pongono in dubbio se alcune piante colle frondi assorbono anche il gasse nitrogeno, ossia azoto, o se venga questo assorbito dalle radici.

Questa funzione della respirazione dei vegetabili si esegue colla presenza della luce solare, per cui nella notte non avviene. Non tutte le parti delle piante poi dànno gasse ossigeno, giacchè i fiori e le frutta emanano invece degli odori, riconosciuti dannosi alla nostra respirazione.

Il liquido nutritivo degli animali, formato dai rispettivi alimenti, ha bisogno, più che ne' vegetabili, di porsi a contatto dell' aria atmosferica per acquistare le proprietà opportune alle funzioni organiche; poichè da ess' aria alcuni principî attira, che vivificano esso liquido nutritivo, ed altri ne rigetta, che si rendono non che

inutili, dannosi. È questa la funzione della respirazione che ognuno sente in sè. Questa fassi per mezzo del polmone, che si gonfia, ed allora inspira, ossia riceve un volume di aria, da cui attira il gasse ossigeno, e quindi restringendosi, caccia ess' aria diminuita del detto gasse ossigeno, e pregna in vece di gasse carbonico e di umido, i quali si spargono nell' atmosfera. Un' aria dunque priva di gasse ossigeno è irrespirabile, e quella pregna di acido carbonico paralizza all' istante l' attività del polmone; quindi è che in àmbi i casi si sospende la respirazione, e con essa tutte le funzioni vitali.

La respirazione già detta negli animali attirando il principio vivificante, e rigettando gli altri inutili, anzi nocivi, si esegue coi polmoni o colle trachee. Gli animali vertebrati, mammiferi, uccelli, e rettili, hanno il polmone, che è un sacco vescicolare posto nel petto, comunicante per mezzo dell' asperarteria e la laringe con la bocca ed il naso. Lascio ogni altra minuta descrizione di tale organo, essendo fuori del mio assunto; tanto più che esso è diverso in ciascuna specie de' sopraddetti animali.

La respirazione ne' pesci si esegue per mezzo

delle branchie, che sono di varie forme, secondo le loro diverse specie; ma esse sono tutte formate in modo da ricevere internamente l'acqua, che spogliano dell' aria in essa contenuta.

Gl'insetti respirano l' aria per mezzo delle stimmati, che sono picciole aperture circolari o oblunghe disposte in serie sopra alcuni segmenti di entrambi i lati del corpo, fatte in modo da impedire l' ingresso di altri corpi, e dar passaggio solamente all' aria nell' uscire ed entrare.

Nei mammali i movimenti che alternativamente allargano e restringono le vie del respiro, e rinnovano con ciò l' aria nei polmoni in ogni minuto secondo, presso a poco, sono prodotti dalle contrazioni del diaframma, e di altri muscoli che si attaccano alla laringe ed alle coste, che sono mobili nella colonna vertebrale. Lo stesso avviene negli uccelli, mediante i muscoli della laringe e della cavità pettorale. Non così ne' rettili, i quali fanno entrar l' aria nella laringe con una specie di deglutizione operata da' muscoli della lingua e del joide. I pesci sorbono l' acqua per la bocca, e la spingono fra le lamine delle branchie, onde poi esce per di sotto all' opercolo, o per gli forami branchiali.

La forza che mette in attività gli organi della

respirazione è tutta macchinale del sistema nerveo, e con più precisione, al dire de' Fisiologi, della midolla spinale, da cui partono i nervi, che colle loro ramificazioni s' internano fra i muscoli succennati. Nello stato ordinario, e con ispecialità nel sonno, i movimenti respiratorî sono involontarî; si possono bensì attivare ed accelerare a volontà dell' animale a misura del bisogno di respirare, come nell' aria scarsa di ossigeno, ed altresì nell' aumentarsi la temperatura dell'aria, o quella dell' acqua, standosi nel bagno, o dopo violenti moti del corpo, ed in fine ne' vivi eccitamenti del sistema nervoso.

Per non rendermi noioso non mi dilungo a considerare la forza respiratoria negl' insetti, e negli altri animali, ne'quali fassi in differenti modi da quelli già menzionati; ma parlando con naturale ragionamento essa è nella proporzione della sua necessità alla vita di ciascun animale. Vi sono degli animali che non possono intermettere la respirazione per pochi istanti, come sono gli uccelli; ed altri che possono permanere per qualche tratto di tempo senza respirare, oppur con respirare aria priva di ossigeno, come sono i porci e gli animali che vivono nelle tane. Questa differenza la veggiamo anche tra

gli uomini, per forza di abitudine. La respirazione che non si può liberamente eseguire si accelera, e si rende affannosa, poichè il polmone, non potendo avere conveniente quantità di gasse ossigeno, cerca compensarlo coll' accelerazione della respirazione, e colla sua maggiore espansione; e ciò perchè essendo la respirazione necessaria alla conservazione del corpo animale, ogni ostacolo che alla medesima si pone si rende assai sensibile al sistema nerveo.

Se i corpi animali cacciano via le materie volatili superflue per le viscere e colla respirazione, tutti gli altri corpi organici fanno lo stesso colla traspirazione. Ognuno sente l'umido odoroso nelle campagne emanato dai vegetabili. Parimente, tra gli armenti e greggi sentesi un particolare putore nascente dalla traspirazione di quel bestiame; poichè tutti gli animali, ed anche l'uomo, mandano fuori dalla loro pelle sostanze volatili puzzolenti.

È ben conosciuto dunque che l' aria respirata dalle piante si rende più abbondante di gasse ossigeno e meno carica di acido carbonico; al contrario l' aria respirata dagli animali si rende più abbondante di acido carbonico, e più scarsa di gasse ossigeno. La presenza del gasse ossigeno, introdottosi colla respirazione, rende vermiglio il

sangue rosso degli animali, e la sua mancanza lo rende di rosso scuro, che da' Medici Stalliani dicevasi *flogisticato*, poichè il flogisto non era che la mancanza dell' ossigeno. Si è costantemente osservato da' Naturalisti, che il sangue che dal polmone per l' arteria polmonare va al cuore pregno di ossigeno acquistato colla respirazione, e spogliato di carbonio, e che per le varie arterie va a circolare pel corpo, è di color roseo vivo, e che nel ritornare per le vene si rende scuro. È ben conosciuto che se del sangue cavato dalle vene si ponga a contatto del gasse ossigeno, diviene più vermiglio.

Lasciar non voglio di considerare che la Natura conserva una proporzione tra l'ossigeno ed il carbonio contenuti nel sangue, per renderli opportuni alle regolari funzioni animali. Un sangue più ossigenato del conveniente rende più attive le funzioni vitali, e con ciò le secrezioni; onde è che ai mali di consunzione nuoce l' eccedenza dell' ossigeno nel sangue. Ma questa eccedenza di ossigeno può nascere o da maggiore frequenza della respirazione (il che dipende da maggiore sensibilità o eccitamento degli organi moventi il polmone, per cui conviene colle opportune medele moderarla); ovvero dal soverchio gasse ossige-

no che trovasi nell' aria che si respira in alcuni siti; per cui non giova tale aria ad infermi proclivi alla consunzione vitale. La eccedenza del carbonio più del conveniente nel sangue è anche micidiale, poichè in tal modo il sangue si sopraccarica di materia fibrina, e si rende poco scorrevole, e poco atto alle funzioni vitali. Tutte le altre funzioni vitali meritano essere colla stessa analisi esaminate per progredire sicuramente nella filosofia medica.

Abbiamo veduto che con la respirazione delle piante nello stato di perfetta vegetazione si toglie dall' aria il carbonio, e vi si tramanda il gasse ossigeno. Al contrario, con la respirazione animale si toglie l' ossigeno dall' aria, e le si dà il carbonio. Ecco un felice compenso che la Natura ha posto per lo vantaggio reciproco de' vegetabili e degli animali, e questo ci mostra che la nostra vita non dobbiamo menarla lontana da' vegetabili. È qui da osservare che colla combustione non si fa che distruggere il gasse ossigeno dell' aria, non altrimenti che colla respirazione animale, ma con differenti forze; poichè l' assorbimento dell' ossigeno colla respirazione fassi colle forze organiche, e quella colla combustione fassi colle forze chimiche.

La forza con la quale ciascun vivente esegue la respirazione nasce naturalmente dallo stimolo del mezzo in cui opportunamente si trova, e dal bisogno che hanno gli umori di acquistare quello che loro manca per essere nutritivi, e di deporre quello che loro nuoce. Abbiamo veduto quali sono gli agenti motori della respirazione animale, i quali sono interni; ma nelle piante sono esterni, ciò sono calorico e luce, sotto l'azione de' quali il succo nutritivo assorbe l'acido carbonico dall'atmosfera, e si opera in esse piante un cangiamento, quale è l'esalazione dell'umido e dell'ossigeno, e vi si formano combinazioni di combustibili ternarie, atte a stabilire le parti solide vegetabili. Negli animali per lo contrario vien assorbito l'ossigeno, che si combina col sangue, e si esala l'umido ed il gasse acido carbonico, decarbonizzandosi la massa degli umori, e si accresce il nitrogeno; onde han luogo le combinazioni quaternarie organiche animali, e specialmente l'albumina e la fibrina, necessarie alla nutrizione delle materie e parti solide degli animali.

Nella respirazione fin ora descritta così de' vegetabili, come degli animali, molti sono i conflitti di varie forze che ne risultano, i quali avvengono in generale nel distaccarsi fra loro le va-

rie sostanze volatilizzandosi nel mezzo in cui vivono essi corpi organici, e nell' attirare inversamente da questi mezzi le sostanze volatili vaganti utili. Tra queste però colla respirazione gli animali attirar possono le sostanze volatili nocive; ed è questa una vasta sorgente di mali, in cui l' uomo, più che ogni altro animale, suole cadere, poichè non ha il senso dell'odorato così fino da distinguere alcuni miasmi vaganti nell' atmosfera, come fanno alcuni bruti. Noi non siamo ancora nello stato di riconoscere con mezzi chimici questi miasmi nocivi.

Com' effetto della respirazione considerar si deve lo sviluppo del calore negli animali. Il gasse ossigeno consolidandosi nel sangue abbandona il calorico; onde è che nell' organo del polmone si manifesta l' azione di esso calorico, che per tutta la macchina si diffonde. Essendo poi in ragione dell' assorbimento del gasse ossigeno lo sviluppo del calorico, ne segue che secondo le varie specie ed in ragione della maggiore o minor celerità della respirazione, è negli animali il loro abituale calore: sempre opportuno per altro alla lor vita. Gli uccelli ed i mammali, avendo una sollecita respirazione, hanno uno sviluppo

maggiore di calorico, mentre i rettili l' hanno minore, perchè tarda ne è la respirazione.

Spiegasi in generale lo sviluppo del calorico ne'corpi organici dall'assorbimento dei gassi; ma molte anomalie si veggono che non si possono spiegare con questa teoria. I pesci hanno pure un dato grado di calore, il quale suol essere un grado termometrico al di sopra della temperatura dell' acqua in cui sono. Gli alberi hanno nel tronco un dato calore superiore a quello dell' aria atmosferica ne' tempi invernali; ma ciò non può spiegarsi colla teoria predetta, perchè il tronco non assorbe alcun gasse.

Considerar devesi la presenza del calore nei corpi organizzati come un agente necessario alla lor vita; onde è che la privazione come l' eccesso della quantità di calorico competente alla lor vita per un tratto di tempo, sospende questa, e quindi produce la morte. Tutti i corpi organici sono dunque passivi alla forza del calorico. Alcuni degli animali però dotati di polmoni ne' tempi di freddo accelerano naturalmente la respirazione per assorbire maggiore ossigeno, ed avere maggiore sviluppo di calorico; ed al contrario nei tempi di calore aumentasi in essi la traspirazione, la quale caccia il calorico che evaporizza gli umori.

Nel modo stesso io credo dover parlare della luce, la quale è un altro agente che concorre alla vitalità de' corpi organici. È ben noto che la luce colla sua presenza colora di verde i vegetabili e concorre alla loro prospera vegetazione; e ciò fa non solo la luce solare, ma anche in picciola parte la lunare e l'artifiziale, come consta dall'esperienza. In pari modo l'azione della luce è necessaria, sebbene a chi più ed a chi meno degli animali, così per dare energia alle loro funzioni, come per corroborare la loro pelle, e darle una tinta più scura. Chi non conosce il pallore di coloro che dimorano nelle caverne e nelle carceri? e la gracilità delle donne che vivono negli abituri delle città, a differenza del colore carico e della pelle adusta delle contadine?

La fosforescenza degli animali è ben nota. In molti di essi si scorge una pallida luce negli occhi, come nei gatti ed in altri animali. Molti insetti sono fosforescenti, specialmente quelli delicatissimi che sono nelle acque del mare. Questa attività di fosforescenza pare che debba essere necessaria alla vita di essi animali; ma a me non tocca indagarlo.

La corrente elettrica tra il suolo e l'atmo-

sfera, che, come ho detto a suo luogo, è sempre in azione positivamente o negativamente, considerar si deve come un altro eccitante del sistema organico; ma lo stato della scienza fisica non ci permette fin ora poter valutare la forza di questo eccitante, così nella generale economia organica, come ne' particolari eventi del sistema nervoso.

CAP. XII.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DE' MUSCOLI.

Sono i muscoli i motori ne' corpi degli animali. Finchè dura la costoro vita, e sono nudriti, ossia finchè hanno i muscoli libera comunicazione co' sistemi vascolari, sanguigni e nervosi, essi muscoli posseggono la forza di raccorciarsi nel senso delle loro fibre, ossia di contrarsi in alcuni modi secondo la specie degli stimoli, cessati i quali, si allungano di nuovo, e ritornano alla primiera loro situazione. Sono i muscoli organi molli di un colore rossastro negli animali a sangue rosso, e bianchi o biondi, per lo più, negli altri; e sono di forma variabile esternamente, secondo l' uffizio a cui sono

dalla Natura destinati. Nella interna struttura son composti di fibre longitudinali, che noi volgarmente chiamiamo *carne*. Queste fibre son dotate della facoltà di contrarsi, ossia di accorciarsi o divenir turgide sotto l'azione degli stimoli succennati.

Si distinguono i muscoli in due specie, esterni ed interni. Gli esterni sono soggetti alla volontà; e gl' interni, che sono in generale membranacei, eseguono le funzioni involontarie. Il corpo vivente è ricoperto di muscoli, sotto della pelle, i quali sono di varia forma e dimensione, secondo il loro uso, ripeto. Generalmente in essi si considera la *testa*, il *corpo* ossia *ventre*, e la *coda*. Gli estremi di essi muscoli terminano con tendini, che sono parti fibrose di un bianco argentino, ed uniscono i muscoli alle ossa, in modo che un muscolo accorciandosi col suo gonfiamento ossia contrazione, fa piegare un osso sull'altro.

I fascetti e le fibre de' muscoli fissate alle ossa, come ho detto, o alle valve delle conchiglie, e ad altre parti, si accorciano e si ripiegano sopra loro stesse, formando linee ondulatorie; ed il muscolo nel suo insieme apparisce aggrinzito e raccorciato, e più spesso e più du-

ro nella sua parte media. I muscoli incavati, come il cuore, e gli altri che costituiscono espansioni membraniformi, quale è la tunica membranacea del tubo intestinale e della vescica, stimolati si contraggono nel senso delle loro fibre, in modo che la loro cavità più o meno compiutamente s' impicciolisce. Cessato l' eccitamento, cessa il restringimento, come ho detto.

Molte quistioni si sono fatte sulla estensione e forma de' muscoli, ch' essi prendono allorchè sentono l' eccitamento. Alcuni han creduto che i muscoli nel contrarsi perdano di volume; altri che si aumentino; altri in fine dicono che quanto perdono in lunghezza, tanto acquistano in grossezza. Una tale quistione è stata poco curata, ed è restata indecisa.

Haller, appoggiato sulle sue sperienze, credè che la facoltà contrattile de' muscoli nel ricevere gli stimoli sia una forza organica di specie particolare, che chiamò *irritabilità*, e che i suoi effetti causati esser possano da qualunque stimolo meccanico o chimico. Altri Fisiologi, che tutta l' attitudine animale spiegar volevano con cause meccaniche, confusa aveano questa attività colla elasticità. Nella contrazione muscolare non si osserva, meccanicamente parlando, l' effetto corri-

spondente alla causa, come nell' elasticità, ma sempre superiore alla causa stessa, come quello di una scintilla che può accendere la polvere di un cannone.

Differiscono le contrazioni secondo l'indole degli eccitamenti; imperocchè esser possono eccitamenti nervosi, eseguiti da determinata volontà, che ognuno in sè conosce; o pure eccitamenti derivanti da qualche azione abituale, come succede nella masticazione, nella deglutizione, nel parlare. E tali pur sono tutti i movimenti fatti senza determinata volontà, come quelli che accompagnano la respirazione, e che riordinano l'andamento di essa, per qualche momentanea occasione disturbato, come di tosse o di starnuto.

Considerati i muscoli come potenze o forze motrici del corpo vivente, conviene aver presenti i principî di meccanica opportuni alle teorie delle leve, poichè le ossa fanno ne' moti de' corpi viventi l'uffizio di leve, le cui forze sono i muscoli. In ciascuna leva si distinguono tre punti: l'*ipomoclio* ossia punto di appoggio, quello ove sta la resistenza, e quello a cui si applica la potenza o forza motrice. Si chiama da' Meccànici leva di primo genere quella che ha il punto di appoggio nel mezzo, ed agli estremi la resistenza, e

la forza ; leva di secondo genere quella che ha in mezzo la resistenza, ed agli estremi il punto di appoggio, e la forza ; e leva di terzo genere quella che ha la forza nel mezzo, e la resistenza e l'appoggio agli estremi ; quindi è che nella leva di terzo genere per esservi equilibrio deve sempre la potenza essere di maggior valore della resistenza. Nei corpi viventi varie sono le leve che sono costituite ai tanti loro moti; ma per la maggior parte sono leve di terzo genere, ov'è molta perdita di forza muscolare.

Debbono aversi presenti le varie direzioni colle quali agiscono sulle speciali leve i muscoli rispettivi, poichè non agendo ad angolo retto, l'azione s'indebolisce in ragione dell'obliquità di esso angolo. Approssimandosi inoltre le ossa con accorciarsi i muscoli che ligati sono ad esse per mezzo de' tendini, il punto di appoggio viene a cambiar di sito ; onde è che si distinguono ne' muscoli le azioni con punti fissi di appoggio da quelle con punti variabili. Ciò avviene anche se lo stesso osso formi altro moto, mosso da altro muscolo.

Ciascun osso ha due muscoli motori oppostamente. Agendo un muscolo, col contrarsi fa piegare l'osso; ed il muscolo contrario, detto *antagonista*,

si affloscia. Nel restituirsi alla primiera posizione; si contrae l'antagonista, e si affloscia il primo. Essi muscoli sono per lo più situati a fianco delle ossa. I muscoli, secondo gli effetti che producono, sono classificati con varie denominazioni dagli Anatomici, distinguendoli in *elevatori*, *depressori*, *estensori*, *flessori*, *adduttori*, *abduttori*, *rotatori* in *dentro* o *in fuori* etc. Per produrre poi alcune specie di movimenti detti *composti* non basta l'azione di un sol muscolo, ma di più, che perciò sono chiamati *congeneri.*

Ciascun muscolo, contraendosi a volontà, fa che il suo antagonista stia floscio; ma può questo rimanere anche contratto, come avviene quando tener si voglia la spada impugnata.

A ben comprendere le varie specie di leve che si formano nel nostro corpo, tre esempi adduco. La nostra testa nel muoversi sulla prima vertebra del collo forma una leva di prima specie, essendo il punto di appoggio nell' articolazione dell' osso occipitale con la prima vertebra del collo, nel davanti il peso della testa, e la potenza ne' muscoli che attaccano la testa al collo, i quali col contrarsi la fanno elevare. Stando in piedi si costituisce una leva di se-

conda specie, poichè la potenza si contiene ne' muscoli delle gambe, il punto di appoggio è nella punta de' piedi, e la resistenza è il peso del corpo che è nell' altro estremo. Una leva di terza specie si ha nel braccio che si solleva sulla scapola, il quale ha il punto di appoggio sulla testa dell' omero, il peso o resistenza nella mano, e la potenza nel mezzo ossia ne' muscoli del braccio. Convien osservare che nel primo caso senza molto sforzo la testa si sostiene; nel secondo il corpo ha bisogno di maggior forza per sostenersi in piedi, avvalendosi anche dell'equilibrio che fa lo stesso corpo, per cui giova a' vecchi e a'deboli l'uso del bastone per non cadere innanzi; nel terzo caso la potenza de' muscoli esser deve massima.

Certamente le leve di terza specie sono le più svantaggiose per la potenza de' rispettivi muscoli, giacchè oltre che la maggior parte de'muscoli sono allogati sulle ossa in siti vicinissimi al punto di appoggio, essi sono anche in posizione quasi parallela alle ossa che debbon muovere, e la direzione delle fibre che li compongono spesso è obbliqua, onde la loro azione soffre decomposizione, come la Meccanica c' insegna. Per tutte queste cause soffrono i muscoli immensa perdita di forza nell' eseguire i movimenti

a cui sono addetti. Si è da alcuni calcolato che il muscolo deltoide, per sostenere in pugno un peso di cinquanta libbre, impiega una forza equivalente a 2568 libbre. Altri però credono esagerato un tale calcolo, ma negar non possono essere molta la perdita delle forze ne' muscoli che agiscono come potenze delle leve. Chi non conosce quale forza fanno i muscoli mascellari nel frangere de' nocciuoli durissimi? Vi ha degli uomini che si sono esercitati ad eseguire forze prodigiose co' denti fino a spezzare de' metalli. Da qui risulta una grande verità: che il sommo Dio non manca di potenza per menare ad effetto quanto ha stabilito nel suo archetipo!

La forza contrattile de' muscoli si esercita nello stato di vita. E giova qui far notare che quel muscolo deltoide che con tanta perdita di forza sostiene il peso di cinquanta libbre, nello stato di morte si frange, se vi si sospenda tale peso.

Dalla conoscenza della forza di un muscolo si è cercato devenire alla conoscenza della forza degli altri; ma oltre di essere ciò sommamente incerto per le varie complicazioni di cause che concorrono all'azione di essi muscoli, da non potersi sottoporre a calcolo, è altronde ben noto che la energia delle forze muscolari varia secondo l'età,

secondo il sesso, il temperamento, la qualità del suolo, del clima e del vitto, il modo di vivere, l'abitudine meccanica, le passioni, e le infermità sofferte. Quanto la forza muscolare si minora negl' infermi per debolezza, come è noto, tanto alle volte cresce ne' maniaci e nelle donne isteriche. È a notare altresì che per le addotte ragioni la forza muscolare variar può anche nello stesso individuo. Per riprendersi la forza muscolare vi è sempre bisogno del riposo ed anche del sonno.

Da' Fisiologi si è osservato qualche differenza nella forza de' muscoli flessori sopra gli estensori, ma ciò nulla importa al mio assunto.

Per essere poi vigorosa la contrazione muscolare bisogna che i muscoli sieno ben nudriti; il che avvenir non può se il succo nudritivo non iscorra libero in essi; e che sieno inoltre connessi col sistema nervoso, poichè si crede da' Fisiologi che i nervi che comunicano co' muscoli non solo cagionano le contrazioni, ma contribuiscono a nudrirli a spese del sangue arterioso; giacchè, recisi essi nervi, i muscoli diminuiscono di volume, e si afflosciano, e perdono quindi la loro attività. Nella nostra macchina il sistema movente esser dee connesso col senzien-

te, come causa ed effetto a vicenda, al dire d' Ippocrate. In fine, perchè l' irritabilità muscolare spiegar possa liberamente la sua energia, dev' essere liberamente eccitata.

I muscoli interni cavi e membranacei non sono eccitati a nostra volontà per mezzo de' nervi, come vedremo, ma dalle materie che vi scorrono dentro. Essi tubi, ossia canali, sono accerchiati da muscoli membranacei, e le fibre sono situate nello stesso senso. Col contrarsi e rilasciarsi, formano essi muscoli quel moto che da' Fisiologi dicesi *peristaltico*, il quale fa scorrere e circolare gli umori in essi vasi. I polmoni hanno essi pure i rispettivi muscoli, che li dilatano e li restringono a vicenda, e seguir fanno la respirazione, ossia l' immissione dell' aria atmosferica nel polmone, e la sua emissione da questo.

Parlando della forza de' muscoli, mi conviene dire qualche cosa della forza del cuore, che è il principale motore del corso del sangue. Ciascuna delle sue cavità ha una struttura ed una quantità di fibre proporzionali alla rispettiva distanza a cui spinger debbono il sangue. Le auricolette sono sottili, e contengono minor numero di fibre muscolari, perchè solo mandar debbono il sangue ne' ventricoli; mentre i ventricoli sono formati da

grossi fasci di fibre muscolari; anzi il ventricolo sinistro, che mandar deve il sangue molto più lontano che il destro, è fornito di maggior numero di fibre. Il volume del cuore è vario negl' individui, come varia è la grossezza delle sue pareti; ed in conseguenza varia è la forza con la quale spinge il sangue. Siegue esso per altro in generale lo sviluppo della statura della persona; e siccome questa risulta da varie circostanze, così la forza ed energia del cuore suol variare in ciascun uomo. Ben si comprende poi che un cuore proporzionalmente più voluminoso, mandando maggior quantità di sangue agli organi, e spingendolo con più forza, forma eccitamenti maggiori, e dà più energia all' economia vitale. Nello stato ordinario si crede che il cuore possa immettere due once di sangue ne' canali circolanti; ma ciò variar può, come si è detto, nel più e nel meno secondo i varî individui, e lo stato di salute di ciascuno. Si cercò in varî modi valutare questa forza del cuore, e molto si scrisse su tale proposito; ma tuttavia assai diverse sono le opinioni. Borelli dopo tante sue investigazioni credè che la forza del cuore valutar si potesse fino a 180,000 libbre; ma Keil la restringe a poche once. Molti sono stati i ten-

tativi ed i calcoli di altri Fisiologi su lo stesso proposito. Haller sostiene non potersi devenire ad un valore esatto, atteso le tante circostanze che preveder si debbono. Poisenille pervenne a valutare ultimamente, con un ingegnoso processo, tale forza d'immissione del sangue nelle arterie, e la stimò di tre in quattro libbre. Certo è però che niuno sente nel suo petto una percussione del cuore di tante migliaja di libbre nello spingere che fa esso il sangue nelle arterie. Se si vuol credere che il sangue faccia il suo corso per le arterie e per le vene spinto dalla sola forza del cuore, certamente questa forza esser deve immensa; ma se questa poi si limita ad immettere il sangue in essi canali, e se questi, come ho detto, provveduti sono di muscoli che l'abbracciano, e producono colla irritazione il moto peristaltico, che fa scorrere il sangue; allora la forza del cuore può considerarsi di poche libbre.

Il sangue viene spinto per tal modo nelle arterie per iscosse ed ondulazioni del cuore; e dai tronchi passa ne' rami e da questi nelle ulteriori branche, uniformemente movendosi fin nelle più delicate ramificazioni; talchè se si comprima un' arteria col dito, ad ogni urto del cuore si sente un battito, che indica il moto del sangue. Si

ravvisa anche microscopicamente questo moto del sangue, osservandolo nelle arterie delle parti trasparenti del mesentero dei ranocchi, e di altri piccioli animali viventi.

Abbiamo considerato i muscoli come parti dotate della singolare ed ammirabile proprietà della irritabilità, la quale, eccitata, cagiona delle contrazioni di tanta forza. Nei vasi e condotti cavi dotati di muscoli i liquidi, a' quali sono destinate tali cavità, son quelli che fanno da stimoli promoventi le contrazioni che cagionano loro il moto che ho detto. Gli alimenti, la saliva, il succo gastrico promuovono le contrazioni nello stomaco; e così gli altri umori, come la bile, il succo pancreatico, cagionano la contrazione ne' vasi inferiori. L'orina fa lo stesso nella vescica, e le materie fecciose negl'intestini. L'aria che penetra ne' polmoni forma un eccitamento a farli contrarre, e quindi rilasciasi. La luce che entra negli occhi è anche uno stimolante a' delicati muscoli dell'iride; i quali si contraggono, e restringono il foro oculare, se la luce è così forte, che offenda la retina; o dilatano esso foro, se essa luce è così debole, che non ben si percepisca dalla detta retina, ossia dal nervo ottico. Lo stesso fanno i piccioli muscoli che sten-

dono o rilasciano la membrana del timpano, poichè a' forti rumori essa si affloscia per non essere offesa, ed ai deboli si stende per poterli ascoltare.

CAP. XIII.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DE' NERVI.

I nervi sono de' cordoni di un colore bianco grigiastro, mediocremente consistenti, formati di filamenti particolari. Si distaccano essi dal cervello, o dalla midolla spinale, ed escono dal cranio, o dal canale vertebrale per portarsi agli organi rispettivi. Con una delle loro estremità sono aderenti al gran centro nervoso, detto *encefalo*, o a' piccioli centri particolari denominati *ganglii*. Sono questi delle picciole masse nervose rotonde o allungate, di un grigio rossastro, le quali s' incontrano nel tragitto che fanno i nervi nel diramarsi pel corpo. L' altro estremo de' nervi si disperde, ramificandosi nel tessuto degli organi.

Si dividono i nervi in due classi, la prima è de' nervi *encefalici o cerebro-spinali*, addetti a trasmettere al cervello le impressioni de-

gli oggetti esterni, ed a condurre il movimento volontario agli organi locomotori, ossia ai muscoli. L'altra classe è dei nervi che partono dai ganglii, detti perciò *gangliali*, i quali, sebbene non perfettamente ne sien conosciute le funzioni, in generale sono addetti a promuovere l'esercizio degli organi dell'economia vitale.

I nervi, ripeto, partono dall'encefalo, e dalla midolla vertebrale. La loro estremità *centrale* è situata nella cavità del cranio, o nella colonna vertebrale, e si ramificano pel corpo come una rete, la quale è simmetrica nelle due parti laterali del corpo. Attenuandosi essi nervi nella loro ramificazione prendono varie forme, essendovene, oltre dei cilindrici, anche di piatti. Sotto del microscopio mostrano essi nella loro lunghezza delle piegature trasversali.

Molto giova al nostro scopo conoscere l'organizzazione interna dei nervi. Sono essi composti di molti fili tenuissimi riuniti da un tessuto cellulare. Ciascun filetto componesi di sostanza nervosa bianca, disposta in fibre parallele, e di una guaina o inviluppo membranoso, che rinchiude tutti i filetti, detto *neurilema*. Ciascun filetto particolare, oltre a ciò, ha il suo neurilema speciale. Essi nervi sono sforniti di

tale veste nella loro estremità centrale. Il neurilema è composto di un tessuto cellulare. Credono alcuni aver veduto in ciascun tubetto filamentoso una serie di globetti posti in fila ; e credono che collo spingersi o percuotersi i globetti di un estremo portino essi la percussione all' altro estremo. Altri negano l'esistenza di tali globetti , e con ciò il detto meccanismo.

I nervi encefalici o cerebro-spinali terminano, dopo le loro ramificazioni più o meno numerose , negli organi particolari de' sensi, ne' muscoli volontarî, nelle arterie, e negli organi vitali. Nella loro ultima divisione percettibili ai sensi i fascetti nervosi si spogliano della loro tunica già detta , e si gonfiano anche per essere più atti alla percezione.

Sono i nervi i conduttori del senso e del moto. Trasmettono all' encefalo le impressioni che ricevono negli organi in cui sono distribuiti , e con un' azione di contrario senso trasmettono a siffatti organi l' influsso nervoso venuto dal centro già detto , influsso che ne' muscoli serve di stimolo alle loro volontarie contrazioni. È da notarsi che durante l' esercizio di tali funzioni, cioè delle impressioni che si tramandano al centro , e degli stimoli che da questo si tramanda-

no agli organi rispettivi per le mosse volontarie, noi non sentiamo alcuna vibrazione, oscillazione o altro sensibile moto; onde è che non pare essere ciò una operazione meccanica, ma più tosto l'effetto di un sottilissimo fluido attivo imponderabile, che circolando istantaneamente formi tutti i fenomeni nervosi, nonchè i muscolari.

Abbiamo innanzi veduto che Galvani osservò il primo che nelle rane tagliate per metà, se si facciano con un arco metallico comunicare i nervi crurali ed i muscoli esterni, si veggono delle forti convulsioni, le quali son più forti, se tale arco sia formato da due pezzi di metalli differenti. Questo sperimento fu ripetuto sopra altri animali, ma vani ne furono gli effetti. Ciò fè credere sulle prime che il fluido nerveo fosse l'elettricismo, e che le cosce delle rane costituissero delle bottiglie di Leyden. Volta però dimostrò che due metalli separati, e specialmente l'argento e lo zinco, o il rame e lo zinco, più che altri metalli, posti a contatto, mettono in moto un fluido, detto *voltaico*, che non si è ancora deciso se sia l'elettricismo o altro. Si sa per esperienza universale che l'elettricismo, adoprato colla macchina elettrica, o il voltaismo colla pila di Volta fanno una impressione dolorosa ed

irritante a'corpi viventi. Era prima conosciuto, e fu anche rapportato da Sulzer nella sua Teoria del Piacere, che ponendosi un pezzo di zinco sulla lingua, ed un pezzo di argento al di sotto, si sente un sapore particolare; e parimenti, che ponendosi una pezzolina, bagnata in acqua tepida, sopra il bulbo dell' occhio, e facendosi toccare con l' estremo di un cucchiajo di argento essa pezzolina, e con l' altro lo zinco che si ha sulla lingua, si osserva nell' occhio un chiarore. Ciò mostra che così l' elettricismo come il voltaismo sono fluidi stimolanti i nervi sensuali; ma non può dirsi che il fluido nerveo sia lo elettrico o il voltaico, poichè questi recano molestia sopra i nervi e i muscoli nell' agire, il che noi non sentiamo allorchè i nervi ed i muscoli sono nella massima azione. Inoltre le torpedini ed i ginoti, animali, come è noto, elettrici, posseggono la facoltà elettrica per servir loro di difesa contro gli altri animali; ma i loro nervi e muscoli sono animati da un fluido nerveo differente dall' elettricismo, come è stato dimostrato con decisive esperienze. Che se il fluido nerveo non è l' elettricismo nè il voltaismo, non dissimile però da loro esser deve nella sua azione istantanea, e nel corso che fa pei nervi, sebbene ciò esso

esegua con leggi più complicate, potendo portare al cervello le sensazioni, e da questo le disposizioni ai muscoli pei moti volontarî. Pare probabile, in vero, che questi opposti corsi di fluido nervoso si facciano per differenti filetti degli stessi nervi, di quelli cioè detti misti, che adempiono all'uno ed all'altro uffizio, mentre ve ne ha di quelli riconosciuti per soli sensitivi, e di altri riconosciuti per soli motori.

Per quanto siasi fatto onde conoscere il cervello nelle sue interne funzioni, niun risultamento si è potuto averne. Si è solamente distinta la sua massa in due materie, l'una più bianca, l'altra più grigia, unite l'una a canto dell'altra. Questo ha fatto credere a Reil poter essere il cervello una specie di pila voltaica, che separa il fluido nerveo. Non è improbabile che sia il cervello l'officina in cui si prepari il fluido nerveo, in modo però a noi ignoto, il quale poi venga spinto per gli nervi, onde tramandarsi le sensazioni ed i moti volontarî.

Siccome poi il fluido nerveo fu detto da Ippocrate *spirito animale*, non vorrei che alcuno lo confondesse con l'anima; poichè esso fluido sottilissimo ed imponderabile, come l'elettricismo, non cessa di esser materiale, mentre la nostr'a-

nima è tutta spirituale; ed infatti se ella non vivifica le nostre membra, il fluido nerveo non può agire. Molte sono state le supposizioni de' Filosofi sulle funzioni del cervello, del cervelletto, e della midolla spinale: le quali per altro servono più tosto a mostrare i lanci della loro fantasia; e, ciò che è peggio, molte di esse favoriscono il materialismo anzi che giovare alla nostra investigazione.

Ho detto che i nervi sono i conduttori delle sensazioni e de' moti; onde è che se essi sono recisi o strettamente ligati, rendono insensitive ed immobili le parti situate al di sotto, le quali vengono così a rimanere isolate. La presenza poi di essi nervi è per tutta la pelle, perchè questa è sensibile ovunque.

A ben conoscere però la forza de' nervi convien che io faccia una breve analisi delle sensazioni che essi producono, poichè della produzione de' moti ho già parlato.

Sono i nervi forniti della proprietà o forza di sentire, che dicesi *sensitiva*, la quale è varia ne' nervi secondo il senso a cui appartengono. Partono essi nervi, come abbiamo veduto, dal cervello e dalla midolla spinale negli animali vertebrati. Ma non è già che gli animali non verte-

brati non abbiano anche i loro nervi, benchè sien questi in essi altrimenti emessi e disposti; poichè tali animali, se non avessero nervi, sarebbero insensitivi. In tutti gli animali partono i nervi dal sensorio comune, e vanno al rispettivo senso, ove si spandono in modo opportuno.

Il senso del tatto si manifesta, più che altrove, nella punta delle dita. Ivi i nervi si dividono in tante papille, per mezzo delle quali le impressioni della superficie de' corpi e della loro figura sono trasmesse al sensorio comune, e quindi convenientemente all' anima con ignoto mezzo. Perchè tale sensazione sia percepita, bisogna che la mano tocchi quel dato corpo, ed oltre a ciò, che vi sia quella che dicesi *attenzione*, vale a dire la volontà dell'anima di conoscere quella sensazione, adattando la mano sul corpo di cui conoscer voglia la superficie e la figura, e palpandolo e maneggiandolo replicatamente. In ragion dunque dell' attenzione impiegatavi dall' anima riceve essa la sensazione del corpo che col tatto vuol conoscere. Può una persona palpare un corpo senza attenzione; ed allora non ne riceve la completa sensazione. Per fare che l' anima sia nella detta attenzione bisogna che abbia volontà di non pensare ad altro, poichè il pen-

siere che si ha di altro minora o estingue l'attenzione, ossia la volontà di percepire perfettamente quella data sensazione.

Lo stesso dir debbesi del senso dell' odorato e del gusto. Veggo un frutto di cui voglio sentire l'odore: lo avvicino al naso con tale volontà, e lo fiuto con attenzione: vale a dire richiamo l'aria pel condotto delle narici, in modochè gli effluvî che tramanda quel frutto colpiscano le papille nervose che tappezzano le mie narici. Similmente, volendo gustare di quel frutto, ne pongo un pezzo nella mia bocca, e dopo averlo ben masticato tra' denti, lo pongo a contatto replicatamente della lingua e del palato, perchè, franto e disfatto colla saliva, se ne possano disciogliere i principî che imprimono sapore alle papille nervee della bocca.

In questi tre sensi abbiamo veduto la necessità dell' attenzione a poter percepire completamente le sensazioni; la quale attenzione è tutta compresa nella nostra decisa volontà. Nel senso dell' udito e della vista non grossolane sostanze si pongono a contatto con le papille nervee, ma bensì le oscillazioni dell' aria nell' orecchio, e le oscillazioni della materia della luce negli occhi: le quali sono di un' idole assai più delicata. Si

sa che nell' orecchio vi è una sottile membrana, la quale vien commossa dalle oscillazioni o vibrazioni dell' aria; ed è detta *membrana del timpano*. Or perchè sensibili si rendano le delicate oscillazioni in essa membrana, conviene che sia ben distesa. La Natura perciò ha formati de' muscoli che la distendono secondo il bisogno, fino a rendere sensibili i suoni poco sensibili. Se viene persona a parlarmi all' orecchio in segreto, ed in vece di far ciò leva un forte grido, io sento una molesta impressione ed uno stordimento nell' orecchio. Al contrario, dovendo sentire un grande strepito, come lo sparo di un cannone, conviene che la membrana del timpano sia rilasciata. Questa operazione di stirare il timpano auricolare nell' adoprare attenzione ad ascoltare suoni delicati non è distintamente avvertita, ma è un effetto dell' attenzione. Del pari siccome un fascio di luce molto forte offende la delicatezza della retina de' nostri occhi, ossia il nervo ottico ramificato nel fondo di ciascun occhio, così i muscoli che sono intorno all' iride la restringono in modo che il foro lenticolare dell' occhio riceva minor quantità di luce per non irritare soverchiamente il detto nervo. Come al contrario, essendo debole la luce, perchè gli oggetti sieno ben

rischiarati da essa, bisogna che entri in maggior quantità, affinchè il foro lenticolare si apra. Ciò può ognuno facilmente osservare se, mettendosi avanti uno specchio, tenga ben chiusi gli occhi, e poi gli apra subitamente, osservando in esso i detti fori, i quali s' impiccioliscono nell'esser colpiti da molta luce. Questa operazione del pari è un effetto dell' attenzione, che non è però avvertito da noi.

Il senso venereo dai Naturalisti si confonde con quello del tatto; ma esso ha i suoi organi particolari, onde far non dee meraviglia che l'illustre Buffon, nell' indicare il piacere che l'uomo ha della propria esistenza, nella sua grande opera reputi questo senso come il sesto senso: e tale è, per verità, nell' azione, negli effetti, e nella intensità. Ed anche a questo si richiede la volontà per essere sensitivo.

Giova osservare che se tra l'odorato ed il gusto evvi qualche analogia, come anche tra questi sensi ed il tatto, per cui i loro nervi posson considerarsi quasi analoghi nella loro facoltà senziente; non può dirsi lo stesso de' nervi acustici e degli ottici.

Le sensazioni sono innumerabili, poichè gli agenti che eccitar le possono sono del pari innume-

rabili. Esse si distinguono generalmente in sensazioni *esterne*, che son quelle che provengono da oggetti esterni, che agiscono sugli organi sensorî posti esternamente; ed *interne*, che son quelle eccitate da stimoli che agiscono internamente. Le sensazioni esterne ci pongono in relazione con gli oggetti che agiscono su di noi; ed i nervi a ciò addetti si portano al cervello direttamente o per mezzo della midolla spinale. I nervi poi che ci danno le interne sensazioni sono quelli che partono dai ganglii. Questi nervi sono anche addetti a mantenere le interne funzioni vitali, e ad avvertirci quando queste sono irregolari o si dissestano, producendo delle moleste sensazioni interne, quale è il bisogno del cibo, quello delle bevande, il bisogno di respirare, di cacciar l'orina e gli escrementi; le quali sensazioni interne si rendono alle volte dolorose, se si ritardi a soddisfare a tali bisogni, o pure se vi sia dissesto nell' andamento delle interne funzioni. È qui da notare che noi sentiamo una piacevole sensazione nel soddisfare a questi interni bisogni; come al contrario sentiamo una penosa sensazione o molestia, ed anche dolore, allorchè qualche cosa si oppone a questa soddisfazione. Dal che mi sembra giusto conchiudere essere per noi

fisicamente piacevole ciò che immediatamente concorre al mantenimento delle regolari funzioni della nostra macchina organica. Queste sensazioni interne non sono sottoposte alla nostra volontà; e noi possiamo, ma fino ad un certo punto, tollerarne il dolore.

Le sensazioni esterne esser possono indifferenti, o pure *grate* e *piacevoli*, od *ingrate* e *dolorose*; ma questo però io qui intendo dire nel senso fisico, indipendentemente da quella tinta che aggiugner vi possa l' immaginazione. Certo è per altro che sono ben poche le sensazioni che si mostrano fisicamente indifferenti, essendo quasi tutte o piacevoli o dolorose; ma ordinariamente sono più le piacevoli, poichè piacevole ci è l'esistenza coll' uso che facciamo de' nostri sensi.

Quali sieno le sensazioni piacevoli e quali le dispiacevoli o dolorose definir non si possono nella loro essenza; ma niuno le ignora per esperienza; e da fanciulli cominciamo ad amare e desiderare le prime, e sfuggire le seconde. Così appunto avviene quando abbiamo, per esempio, infermo l' occhio e fuggiamo la luce, o pure quando nello stato di sanità fissar non possiamo gli occhi al Sole. Ci conviene però conoscere perchè alcune sensazioni la Natura le ha rese

per noi piacevoli, ed altre dolorose. Tutte le sensazioni che fisicamente ed immediatamente sono utili alla macchina animale, o alle funzioni di essa che al suo benessere concorrono, la Natura le ha rese piacevoli; del pari tutte quelle che fisicamente ed immediatamente tendono alla distruzione di essa macchina, la Natura le ha rese dolorose. Qui io parlo delle sensazioni puramente fisiche, senza che le facoltà intellettuali vi prendano alcuna parte; come avviene a' fanciulli di tenera età ed a' bruti, a' quali il salasso sembra un male perchè doloroso.

Il dolore è dunque lo stimolo fisico ed immediato che la Natura dà quando evvi sconcerto nella macchina vivente sia perchè la circolazione del sangue e degli altri umori si è dissestata, sia perchè si è essa accelerata per una naturale forza onde poter superare il detto sconcerto. Queste sensazioni dolorose per gli esseri ragionevoli sono un avviso a poter adoperare medicine opportune a rimettere la macchina nel suo regolare andamento.

Tra le sensazioni piacevoli e dispiacevoli noverar dobbiamo quelle del caldo e del freddo. È ben noto che tutti i viventi han bisogno, chi più chi meno, di una temperatura conveniente

alla loro rispettiva vita. Colla respirazione si depone nel corpo vivente il calorico, poichè, assorbendosi dal sangue l'ossigeno sparso nell'aria, resta isolato il calorico, che manteneva in forma aerea il detto ossigeno. Per conservar questo calore nel nostro corpo, ed affinchè dalla superficie di questo pel contatto dell'aria non si dissipi, adoperiamo le vestimenta, che son formate di materie poco conducenti il calorico. La temperatura poi di ciascuno è secondo il temperamento, secondo l'età, l'abitudine, il sesso; ond'è che ciascuno ha bisogno di un dato grado di calore. Il perchè se l'ambiente ne contiene di meno, la nostra macchina soffre di freddo al contatto di esso; e se ne contiene di più, noi sentiamo la molestia del calore su tutta la pelle, come quella che è intieramente tappezzata di filamenti nervosi.

Credono alcuni che il piacere ed il dolore sensuali nascano dalla minore o maggiore intensità dell'eccitamento; per cui l'illustre Buffon disse che il piacere è il primo grado del dolore, ed il dolore è l'ultimo grado del piacere. Ciò s'intende quando si sottopongono i sensi a replicati stimoli, come avviene nel grattar la pelle. Anzi il replicato uso di un senso rende indifferenti le

sensazioni; e spesso si rende piacevole col replicato uso una ingrata sensazione. Così avviene a quelli che si avvezzano a prendere tabacco.

CAP. XIV.

DELL' INDOLE DELLE FORZE DELL' ISTINTO.

Il sommo Dio, avendo creato il mondo secondo la sua volontà, ha voluto che secondo questa progredisse in conseguenza. Perchè questo andamento fosse in tale regola, il Creatore stabilì le forze e le leggi con le quali agir dovesse la materia bruta ossia priva d' intelligenza; e tali forze e leggi si debbono in lato senso intendere per *Istinto.* Ha dato Egli le forze e le leggi meccaniche alle materie ponderabili ed alle imponderabili, come ho mostrato; del pari ha Egli impresso le forze e leggi organiche alla materia organizzata, la quale costituisce tanti esseri separati organici, ciascuno dotato della forza bisognevole alla conservazione tanto del proprio individuo quanto della specie giacchè essi corpi organizzati dopo qualche tempo debbono essere rinnovati. Siccome tra questi esseri organici si distinguono quelli dotati di ragione, quali sono gli

uomini, e quindi capaci di volontà per alcune operazioni; così il sapientissimo Creatore rimise al loro libero arbitrio il modo come corrispondere alla sua divina volontà di conservare il loro individuo e la loro specie, sottoponendoli però ad alcune leggi convenienti a tali esseri ragionevoli. Siccome poi non per tutte le sue organiche funzioni l' uomo è libero nella sua volontà, ma per alcune è, come gli esseri irragionevoli, soggetto a leggi stabili, come il meccanismo della nutrizione del suo corpo e della secrezione degli umori ne' visceri; quindi è che per tal sorta di funzioni è egli pure sottoposto alle forze dell' istinto già detto.

L' istinto dunque, a meglio spiegarmi, è la forza di corrispondere alla volontà di Dio che ciascun essere organico conservi il suo individuo e la sua specie; ed in seguito di tale sua volontà ha Egli dato a ciascun individuo organico non solo la forza conveniente, ma anche il modo macchinale, ossia automatico, onde ciò eseguire. Questa interna forza con moto macchinale fu chiamata con latino vocabolo *Instinctus*, per dinotare un interno stimolo, e propriamente *Naturae impulsus*. Ed è così ben definito, come proprio degli esseri organici; ma non so comprendere co-

me da molti siasi voluto restringere ai soli animali; poichè come altrimenti si potrebbe definire la posizione che prende la piumola che si svolge dal seme delle piante per conficcarsi nella terra e divenir radice? Come l'incremento e gli sforzi di alcune piante nel superare l'inviluppo di altre piante per vedere la luce ad esse necessaria? Come chiamare i moti che fanno le varie parti de'fiori per eseguire la loro prolificazione? etc.

Similmente, tutti gli animali sono dotati d'interni impulsi a cercare la loro sussistenza; ma i modi di operare sono del pari macchinalmente eseguiti per interni impulsi; e ciò in ragione inversa del loro sviluppo intellettuale, per quanto ne' bruti considerar se ne possa. Nasce l'uomo mancante di ogni barlume d'intendimento, e solo ha l'istinto di aprire la bocca e poppare; mentre il capretto ed il vitello da che escono dal ventre della madre sanno riconoscer questa, seguirla per istinto. In seguito il fanciullo va acquistando l'intendimento infinitamente superiore a quello del capretto e del vitello, a'quali resta il solo istinto di cercare la loro conservazione e quella della loro specie, al che l'uomo, ripeto, deve adoprare l'industria che gli suggerisce il suo intendimento. Siccome poi la volon-

tà dell' uomo si estende solamente agli atti esterni morali, e non alle interne funzioni animali, ne segue che egli non può comandare direttamente a' suoi visceri che altrimenti eseguano tali funzioni, trovandosi queste dissestate; ma deve adoprare mezzi indiretti, i quali precetta la Medicina, frutto anche del dono dell' intendimento.

Si è considerato anche come istinto nell' uomo la sociabilità. Ripeto che l' uomo è spinto per istinto al suo benessere ed a quello della specie; e poichè ciò ottener non può senza il soccorso de' suoi simili, perciò egli è spinto ad associarsi con essi. La sociabilità è dunque un istinto secondario, il quale dipende anche dalla volontà dell' uomo. Per lo contrario, i bruti destinati a vivere in società non hanno volontà, la quale possano determinarsi ad isolarsi.

Che l' uomo sommamente differisca da' bruti pel dono della ragione nell'eseguire le azioni concorrenti all' istinto del benessere proprio e della specie, è più che vero; ma non può farsi, come si suole, una sola classificazione de' bruti in ordine a tali operazioni. Tutti i bruti sono animati allo stesso scopo; ed il sommo Dio ha loro impressi naturalmente i modi come dover agire

più o meno automaticamente, in ragione inversa del loro sviluppo intellettuale, per quanto è possibile supporne in essi. Avendo Galeno posto innanzi ad un capretto appena nato, come ho altra volta detto, varî vasi ripieni di acqua, di vino, di mele, di latte ed altri liquori, esso, dopo averli fiutati tutti, gustò il latte. Questo mostra che la Natura oltre l'istinto della propria conservazione gli ha anche dato il senso onde distinguere quello che ad essa concorre. La Natura poi non solo dà ad alcuni animali un senso più acuto onde distinguere ciò che può concorrere alla conservazione, ma li dota altresì di una certa industria a poter ciò fare non solo macchinalmente, ma anche con avvedutezza: il che si osserva principalmente negli animali che vivono di caccia. Che vi sieno degl'insetti, come i filugelli, i quali usino dell'industria nel costruire i bozzoli, è certamente ammirabile; ma io ho osservato che se si ponga un lieve ostacolo che interrompa il costante progresso delle loro operazioni, non sanno essi riprenderle, e ne abbandonano il prosieguo. Non così di un ragno che stende le sue reti da un ramo all'altro di un albero per attrappare i moscherini: se il vento o anche la mano dell'uomo franga

una parte di questa rete, esso che sta nel mezzo a dar la caccia, si accorge di tale danno, e corre a rifare nel modo più opportuno quella parte mancante. Non è credibile quanta industria usino i lupi per ingannare i pastori, e far preda delle pecore.

Ammirabile anche è l'industria sociale di varî animali, come de' castori, delle api, delle formiche e di altri, non solo nelle ordinarie loro operazioni tendenti a sostenere la loro società con mezzi uniformi, ma anche ne' casi straordinarî in cui si sogliono trovare per accidenti. I castori si prevalgono di alcuni pezzi informi di legni e di pietre nella costruzione de' loro edifizj, scegliendoli di quella forma che loro può essere utile. Le api si adoprano ad uccidere e cacciar fuori del loro alveare quegli animalucci che ardiscono introdurvisi. Bene spesso le formiche si accingono a trasportare delle bricciole di pane o di altro nelle loro tane, formando delle processioni. Se alla loro strada si ponga ostacolo, e specialmente se si unga di materia soverchiamente odorosa, come di aglio o di altro, esse non vi passano finchè non sia abbastanza esaurito l' odore; ed intanto alcune tornano indietro, e si affrontano colle altre, le quali se ne tornano del

pari: il che mostra aver le prime comunicato alle altre l' ostacolo da loro incontrato. Una tale comunicazione è ammirabile in tali piccioli animali. Del pari gittandosi sul pavimento una goccia di mele o di altra materia dolce, se per casualità vi corra una mosca, e voi la cacciate, dopo poco essa vi ritornerà accompagnata da una o da più altre. Pare dunque che la prima abbia già partecipato alle altre un tale bene.

Sembra certo che gli animali abbiano de' segni non di convenzione, ma dalla Natura loro dati per intendersi nel mutuo soccorso a soddisfare i loro bisogni. Molti uccelli eseguono le loro emigrazioni da una regione ad altra più o meno calda nelle varie stagioni, viaggiando in grandi stuoli per essere di reciproca custodia. Non vi ha dubbio dunque, ripeto, che la Natura ha dato a tutti gli animali l' istinto ossia impulso alla propria conservazione e a quella della loro specie, e che a ciascuno ha del pari impresso più o meno di naturale industria, che anche istinto chiamiamo.

Debbo far qui riflettere che come nell' uomo la società ossia il conversare sviluppa le facoltà intellettuali che la Natura gli dà, così anche avviene agli animali dotati di qualche barlume d'

intelligenza. Il cane, il gatto, il cavallo ed ogni altro animale addomesticato dall' uomo è più intelligente del selvatico. Pare che ciò nasca dai varî casi in cui si trovi un animale essendo in compagnia degli uomini, che han potuto sviluppare quel poco d' intelligenza ch'esso avea, colla connessione delle sue passate sensazioni, se non vogliam dire idee. Alcuni cani da caccia si adirano, se contro di essi s' impugni il fucile, credendo che si voglia sparare contro di loro, ammaestrati dall' aver veduto uccidere gli animali in tal modo. Essi pel contrario si pongono in brio tostochè i padroni preparano gli oggetti da caccia; come i cavalli de' militari si svegliano al suono della tromba. Chi non vede in tali animali l' associazione delle passate sensazioni? Noi veggiamo i cani, i cavalli, nonchè gli asini, istruiti a distinguere de' leggerissimi segni, che loro si fanno dai padroni, non distinguibili da altri, ne' giuochi d' indovinare e disegnare i numeri ed altre cose, per servire di spettacolo al pubblico. Se suscettivi sono i bruti di siffatta delicata percezione per non soffrire i colpi della sferza, tali anche sono nell' ubbidire all' istinto della loro conservazione e propagazione.

Buffon, dopo aver mostrato essere necessario al-

l' uomo uno spazio di molti anni per la sua educazione, ossia sviluppo intellettuale, soggiugne:
» Tra gli animali ancora, benchè tutti sprovve-
» duti del principio pensante, quelli di cui l'e-
» ducazione è più lunga, sono altresì quelli
» che sembrano avere maggiore intendimento.
» L'elefante, che fra tutti è quello che impie-
» ga più lungo tempo a crescere, e che ha bi-
» sogno degli ajuti di sua madre per tutto il
» primo anno, è parimenti il più intelligente
» fra tutti. Il porco d' India, a cui non abbi-
» sognano che tre settimane di età per acquista-
» re tutto il suo accrescimento, e per trovarsi
» in istato di generare, è forse per questa sola
» ragione uno dei più stupidi » (1).

Fa veramente meraviglia che alcuni animali addomesticati, come i cani, ed anche gli elefanti, infieriscono contra la loro specie per aderire alla volontà dell' uomo. Che i tori si facciano la guerra per gelosia delle loro vacche, che i galli facciano altrettanto, è un effetto dipendente dall' istinto della propagazione; ma che un cane aizzato dall' uomo vada contro di un altro cane fa

(1) Discorso sulla nomenclat. delle Scimie.

meraviglia. Questo nasce dalla fedeltà, propria del cane, che concepisce pel padrone, la quale giugne a far superare ogni affezione ch'esso aver possa per un altro individuo della stessa sua specie. Del pari l' elefante reso affezionato pel suo padrone si presta a servir di mezzo alla cattura di altri suoi simili. Se ciò sembra una mostruosità, non è da attribuirsi ad essi bruti, ma all' uomo, il quale, come egli stesso degenera dai sentimenti di amore verso i suoi simili, così corrompe i bruti che gli ubbidiscono.

Giova qui far parola del senso dell' odorato di cui fanno uso alcuni animali nel seguire il loro istinto. Pare che l' uomo poco profitto tragga da questo senso, fuor quello di servirsene pel tabacco. Esso sarebbe attissimo a mostrarci l' insalubrità dell' aria e de' cibi, se fosse da noi con diligenza ed abitudine a ciò adoperato. Pei cani è un senso assai utile non solo per riconoscere ove si trovi la caccia, ma anche per seguire il padrone, di cui distingue lo speciale odore. Le scimie niuna cosa mangiano pria di fiutarla, e ne distinguono le qualità venefiche. Ho più volte presentate ad una scimia delle ostie di varî colori da suggellare le lettere; ed essa non ha voluto mangiare di quelle colorate con ossidi me-

tallici velenosi. Non deve aversi dunque per favola che Levaillant nel viaggiare per l' Affrica si servisse di una scimia per distinguere i frutti e le radici velenose da evitare nel cibarsi.

Pria di lasciare questo assunto mi conviene far parola di alcune operazioni che da' bruti, ed anche da noi, si eseguono facilmente, ammaestrati dall' esperienza, le quali coll' istinto erroneamente si confondono. Lo stare in piedi ed il camminare in modo che la linea di direzione al centro della Terra cada sempre dentro la base, ossia nella superficie del suolo occupata dalle piante de' piedi, per sostenersi secondo i principi meccanici, è un risultamento dell' esperienza, e non già un istinto, come alcuni credono. Lo stesso si dica di altre simili operazioni. Altri al contrario han negato ogni istinto ed ogni operazione eseguita per la conservazione propria e della specie, e l' han voluto considerare come risultamento della propria esperienza, o della istruzione ricevuta da altri individui della stessa specie. Ma quale esperienza e quale ammaestramento aver possono gl' insetti, e specialmente i bigatti nel formare il loro bozzolo, nella lor vita di pochi giorni?

CAP. XV.

DELL' INDOLE DELLE FORZE INTELLETTUALI.

Ho mostrato innanzi che in ciascun senso i nervi ricevono le rispettive impressioni, che tramandate al cervello chiamiamo sensazioni. Nel senso della vista, per esempio, siccome l' occhio è conformato come la Camera Oscura, ed in questa vi è una lente che raduna i raggi della luce nel fondo di essa, e forma in picciolo l' immagine dell' oggetto che le sta innanzi; così nell' occhio la lente che sta dietro al foro della pupilla raduna i raggi nel fondo dell'orbita in faccia alla retina, formata dalla diramazione del nervo ottico, e vi dipinge la picciola immagine dell' oggetto, la quale si tramanda al cervello. Tolto dinanzi l' oggetto, così alla Camera Oscura come all' occhio, sparisce la picciola immagine; ma la nostra mente ha già colla sua forza percepita tale sensazione. Fino al punto che la sensazione è stata tramandata al cervello l'azione è tutta sensuale, ossia materiale, poichè troncato o ligato o compresso il nervo, non vi è tale sensazione. Questa, che era una semplice sensazione

avuta dal senso materiale, diviene percezione comunicata all'anima; ed è la prima operazione della forza intellettuale. Come poi la sensazione comunicata al cervello passi all'anima, è questo un arcano inpenetrabile da noi, poichè siccome l'anima è incorporea, come vedremo, così non possiamo noi conoscere in qual modo una sostanza corporea possa agire su di una incorporea. Or tale sensazione percepita va a divenire una idea; quindi è che tante sensazioni così percepite dal senso della vista, come dagli altri sensi dal nostro nascere, costituiscono la massa delle nostre idee sensuali.

Questo ammasso delle prime nostre idee percepite coll'uso de' sensi forma in noi quella che dicesi *consapevolezza*, ossia cognizione della nostra facoltà pensante, e della nostra esistenza; poichè Cartesio disse: *Cogito*, *ergo sum*; e da tale principio progredì nelle altre sue meditazioni.

Il primo atto, e quindi la prima forza che si manifesta nel nostro intelletto, è la percezione; e dico forza, poichè non è da credersi essere la percezione una facoltà tutta passiva colla quale riceviamo le impressioni dai sensi senza che nulla operi l'intelletto. L'esperienza ci mostra che

molte sensazioni, sebbene apprese dai sensi ed in qualche modo leggiermente percepite, sono dimenticate o svaniscono. Perchè una sensazione possa essere ben percepita, vi si deve usare attenzione. L'attenzione è stata definita in varî modi da' Filosofi, secondo la qualità delle sensazioni. Alcuni han detto essere essa il microscopio del nostro intendimento; ma in generale parlando, è dessa la nostra volontà di ben conoscere, con tutti i mezzi che sono in nostro potere, quella tale sensazione; ed in ogni altra operazione l'attenzione è la nostra volontà di ben eseguirla con tutti i mezzi possibili; per cui bisogna prepararvici con tutta la diligenza. La Natura istessa c' invita a ciò. Se ho a vedere un qualche oggetto poco visibile, il foro della pupilla si dilata; e se la luce sia molta, talchè mi molesti la retina, il detto foro si restringe per avere di luce quanto ve ne bisogna. Del pari, se voglio ascoltare un segreto discorso, preparo a ciò l'orecchio con distendere la membrana del timpano mediante i muscoli a ciò destinati; ma se in vece di ascoltare tale delicato suono, ascolto uno strepito grande, ne sono sommamente colpito. Si appartiene anche all' attenzione il far durevole una sensazione*, perchè possa restare impres-

sa. Ad una sensazione così ben ricevuta corrisponde sempre una conveniente percezione. Le percezioni fatte senza l'attenzione conveniente sono spesso incomplete ed inesatte.

Giova qui notare che tutte le sensazioni sono nella loro intensità relative, e nommai assolute. Ad un Lappone il verno di Napoli sembra èstà, e ad un Negro di sotto la Linea l'està di Napoli sembra inverno. Ciascuno può persuadersi di tale verità, se tenga l'una mano nell'acqua gelata, e l'altra nell'acqua calda; giacchè immergendo entrambe nell'acqua tepida, alla prima mano sembrerà questa calda, ed all'altra fredda. Da ciò siamo ammaestrati a non giudicare delle sensazioni assolutamente, ma sempre relativamente al nostro stato: vale a dire che se i nostri sensi sono alterati, contaminati o viziati, le nostre sensazioni e le nostre percezioni saranno anche tali, e quindi i nostri giudizj saranno fallaci; ma questo non è difetto della nostra facoltà intellettuale, ma bensì dei sensi.

Tra i nostri cinque sensi i più ampî è delicati sono l'udito e la vista; e sono dessi che sogliono farci delle illusioni, che la nostra mente guidata dall'esperienza impara a correggere. Di ogni strepito noi ascoltiamo l'eco in alcune

posizioni, come se fosse un secondo strepito simile, ma più debole. L'esperienza ci ha mostrato essere questa una illusione. La vista ci mostra la superficie de' corpi; ma spesso non ci mostra la vera figura di essi, specialmente se li guardiamo in distanza; ma quindi avvicinatici, ed osservandoli con attenzione, ci accorgeremo che se una superficie è più scura o più luminosa di un'altra, non son esse però di differente tinta, ma dipende dal come vi batte la luce, perchè se vi batte direttamente, sembra più chiara, e se obliquamente, più scura; e da ciò si arguisce della figura di quel corpo. Non vi è chi guardando in distanza non commetta degli abbagli nel giudicare della forma delle cose. Vedendo al contrario un quadro, ci sembra una superficie tinta di varî colori, ma quindi avvicinatici riconosciamo dai colori, e propriamente dalla gradazione delle tinte, essere un quadro che mostra degli oggetti solidi, poichè l'esperienza ci ha mostrato ne' solidi quella gradazione di luce. Ad un cieco nato essendosi estratte le cateratte, per più tempo ei non vedeva in un quadro altro che differenti colori, che nulla gli rappresentavano. Da ciò siamo avvertiti che la forza percettiva che è nell' intelletto non si regola dalla nuda sensa-

zione, ma usa del criterio a poter giudicare; e questo è sempre in ragione della variata e replicata esperienza: ed ecco perchè è lunga l'arte del disegno.

Altro criterio usiamo comunemente nella percezione visuale. Secondo le teorie ottiche le dimensioni degli oggetti appajono nella ragione inversa delle distanze; onde è che un uomo a dieci passi di distanza dee sembrarmi il doppio che a venti passi. Così in fatti avviene; ma noi avvezzi a giudicare le dimensioni de' corpi per la relazione degli altri oggetti prossimi, giudichiamo quell' uomo della stessa dimensione, a qualunque distanza lo veggiamo. Ma se egli fosse solo in aria non circondato da altri oggetti a cui paragonare le sue dimensioni, come avviene ad un pallone, allora noi non potremmo ben giudicarne.

Inoltre, siccome nella Camera Oscura l' immagine si mostra capovolta per un necessario effetto ottico, così del pari si rappresenta essa in faccia alla retina; ma intanto noi la veggiamo per diritto. Il diritto ed il rovescio non sono che posizioni relative; e noi, avendo fin dall' infanzia veduti gli oggetti capovolti, il che è più naturale al nostro senso della vista, crediamo vederli per diritto.

Lo stesso dir non possiamo nel vedere una sola immagine, mentre ne veggiamo due con ambi gli occhi. È certo che con ciascun occhio noi vediamo una immagine; e infatti, mettendo alla pruova i due occhi di un cadavere, due immagini vi si veggono dipinte. Si è creduto potersi dire che del pari noi due immagini veggiamo chiaramente, ma che avvezzi a giudicare dall' infanzia che due ci sembrano una, così le percepiamo. Questo è un errore, perchè se noi premiamo uno de' bulbi degli occhi da una parte, veggiamo allora due immagini. Similmente, come già dissi, se veggiamo con attenzione un oggetto in distanza, e senza affatto muovere gli occhi accostiamo il dito al naso, noi veggiamo due dita e non uno; e se con attenzione noi guardiamo lo stesso dito o altro oggetto assai da vicino, e senza muover gli occhi veggiamo un oggetto distante, vedremo allora di questo due immagini. Ciò ne dimostra che due immagini realmente veggiamo, ma che corrispondendo esse agli stessi analoghi punti in ambe le retine, si confondono, e quindi noi ne percepiamo una. Questi fatti ci mostrano sempre più che l'atto della percezione non è lo stesso che quello della sensazione, poichè

la sensazione è tutta dovuta alla qualità del senso, e la percezione alle volte la corregge.

L'abitudine alla percezione porta una somma franchezza. Non si può leggere senza vedere le lettere; ma colla percezione dassi loro il suono, combinandole tra loro in modo da leggere speditamente ciò che vi è scritto. È questo un atto di percezione ammirato dal Filosofo. Più, per altro, è ammirabile la percezione di un Maestro di cappella che suona il cembalo con due mani, di cui l'una esegue l'istrumentale o la parte del canto, e l'altra il basso, leggendo egli nel tempo stesso le parole annesse alla musica. Sebbene queste tre operazioni sieno collegate, per ben eseguirle vi bisogna grande attenzione.

Si è veduto altrove che i colori sono nella luce, e che la superficie de' corpi assorbendo alcuni de' raggi luminosi, altri ne tramanda a'nostri occhi; onde è che alcuni han detto che gli occhi non ci tramandano ciò che è nella superficie dei corpi, ma ciò che ne vien rigettato. Questa è una quistione soltanto di parole, giacchè s' intende esser rossa quella superficie che rigetta il rosso.

Prendo in esame il mio intervento in una festa data con tutto il lusso e splendidezza, che

molto colpì i miei sensi. Fui a sedere sopra sedie a molle ed origlieri di velluto e di altre delicate stoffe, che molto dilettarono il mio tatto. Vidi per più ore una gran quantità di cavalieri e dame che danzavano leggiadramente con soave musica, che mi restò impressa. La bellezza ed eleganza degli abiti e degli ornamenti preziosi attirarono gratamente la mia attenzione. Gli odori di cui andavano profumate quelle dame dilettarono le mie narici. In fine una quantità di dolci diversi, di spiritosi liquori e di sorbetti mi furono presentati a gustare. Ecco che tutti e cinque i miei sensi riceverono delle grate impressioni, che furono tramandate alla mia mente. Ritiratomi da tale spettacolo, molte di tali idee si presentavano al mio spirito, e con piacere io le richiamava successivamente e cumulativamente alla mia memoria. Mi ricordava della musica che mi rammentava la danza di quelle profumate dame, mentre pensava alla soavità del dolce liquore. Come tante idee nello stesso punto mi si rappresentavano? Che cosa erano queste rimembranze? Son desse, dicono alcuni Filosofi, delle varie oscillazioni simili a quelle provate nella rispettiva sensazione. Ma io non una sola danzatrice, ma molte in un sol punto della

mente mi rappresentava, e non solo ciò che colla vista aveva appresò, che può considerarsi di un solo genere di oscillazioni nel cervello, ma anche le sensazioni dell' odorato, quelle del tatto, quelle del suono e quelle del gusto in un sol punto io ricordava. Se queste sono oscillazioni che si fanno in un sol punto, come va che non si disturbano l' una l'altra, e non si confondono? Io passo dall' una all' altra distintamente, dalla prima all' ultima idea già ricevute in vario tempo, o a due contemporaneamente ricevute. Il pensiero è certamente un' attività; ma il corpo non ha altra attività che il moto; dunque il pensiero non sarebbe altro che un moto del cervello, secondo i Materialisti. Certamente io nel pensare a tante cose velocemente, non sento nel mio cervello, sostanza tanto sensitiva, alcun movimento: come dunque non persuadermi essere il mio pensiero l' operazione di una sostanza incorporea? Condillac dice: « Divideremo noi il pensiero in tut-
» te le sostanze di cui esso è composto? Pri-
» mamente ciò non sarà possibile, quando esso
» non consisterà che in una percezione unica e
» indivisibile: in secondo luogo, converrà ancora
» rigettare questa supposizione, quando il pen-
» siero sarà formato di un certo numero di per-

» cezioni. Che A, B, C, tre sostanze ch'en-
» trano nella composizione del corpo, si divida-
» no in tre differenti percezioni: domando, do-
» ve se ne farà egli il paragone? Non in A,
» poichè questa non può paragonare una perce-
» zione che ha con quelle che non ha. Per
» la medesima ragione, non in B, nè in C.
» Converrà dunque ammettere un punto di riu-
» nione, una sostanza che sia, nel medesimo
» tempo, un soggetto semplice ed indivisibile
» di queste tre percezioni, distinto in conse-
» guenza dal corpo: un' anima, in una paro-
» la » (1).

Se la mia anima ha tanta attività da percepire e richiamare in un punto così di spazio come di tempo tutte le idee ricevute da' sensi in varie ore, e se è chiaro non potersi ciò eseguire da sostanza materiale, dir debbo che l'anima sia una sostanza semplice, attiva ed assai più nobile della materia.

Ricordo essere qui il mio assunto di riconoscere le forze intellettuali, e non di scrivere un trattato di Psicologia; ma passar non voglio al

(1) *Essai sur l'origine des connaiss. humaines tom. 1 Sect. I. ch. I.*

tutto sotto silenzio quello che risguarda l' immortalità dell' anima, poichè una tale verità servir dee di base alle forze morali. Il sommo Dio ha creato ed ordinato l' Universo secondo il suo archetipo, e così è sua volontà che cammini. Or avendo dato all' uomo il libero arbitrio nelle sue operazioni, può egli di questo abusare, appartandosi dalla divina volontà. A ciò impedire il Creatore ha prescritta la legge colla quale l' uomo regolar debba il suo libero arbitrio, ed ha comminate in conseguenza le pene convenienti agl' infrattori. Quest' ordine del mondo porta che tutti gli uomini debbano essere garentiti ne' loro dritti; il perchè a niuno è permesso offendere impunemente gli altri; e chi ciò osa fare si oppone alla divina volontà, e si rende quindi meritevole di pena. Questa pena alcuni infrattori soffrono in questa vita; ma altri pieni di delitti se la passano bene quaggiù fino alla loro morte: dunque, essendo Dio sommamente giusto, essi la dovuta punizione, conseguenza necessaria del delitto, soffrir debbono in altra vita. Il negar dunque una seconda vita, e con ciò l'immortalità dell' anima, è reputare ingiusta la Divinità; anzi inconseguente, poichè avendo colla sua volontà dato un ordine a questo mondo, non

si currerebbe che fosse eseguito, ove lasciasse impunito colui che lo guasta, opponendosi alla volontà di Lui. Non ci è stata mai colta nazione che non abbia così ragionato; ed è precisamente questo un dogma di nostra S. Religione.

Ritornando a riflettere su quella festa goduta, passo a fare le seguenti osservazioni. Conobbi ivi molti personaggi rispettabili col mezzo de' miei amici, e distintamente ricordo i loro nomi, perchè posi attenzione a ritenerli a mente, replicandoli più volte, e notando di alcuni l' analogia colle mie parole più ovvie per rendermene più facile la ricordanza. Altri nomi obliai per non avervi posta attenzione. Mi ricorda di alcuni il modo come vestivano, avendo la loro straordinaria foggia attirata la mia attenzione. Alcuni fatti che mi si raccontarono meritarono la mia attenzione per la loro celebrità, per cui anche ben li rammento; altri però ne ho dimenticati, perchè di poca importanza, e perchè la mia mente era distratta da tante altre sensazioni in quell' atto.

Se la mia mente dunque ha percepite le sensazioni e le narrazioni con attenzione, vale a dire che i sensi erano perfettamente intenti a distinguere gli oggetti, e la mia mente non era di-

stratta da altre percezioni, quelle sensazioni e narrazioni saran ritenute dalla mia memoria. Può questa distinguersi in *memoria reale o di fatti*, detta anche *reminiscenza*, *ed in memoria di parole* ossia *verbale*. Se al contrario noi non molta attenzione ponghiamo nella percezione, facilmente dalla memoria fuggiranno le idee e le parole. Per attenzione, ripeto, intendo la mia volontà di ben ricevere le sensazioni, secondo le loro speciali qualità, e le percezioni corrispondenti colla mente.

Tutte le idee e parole che con tale attenzione sono state da noi percepite restano nella nostra mente impresse; e volendo richiamarle, sono a noi presentate più o meno vivamente dalla forza della memoria, secondo l' attenzione con quale furono percepite, e secondo che nella nostra mente più o men fortemente son rimaste impresse. Ma esse col tempo perdono sempre della loro vivezza. Ed è della stessa forza intellettuale il ricordare i fatti avvenuti ad altri, nel che consiste la storia, la quale del pari, se non è letta con attenzione, non si ritiene.

Siccome i fatti possono esserci avvenuti, o essere stati da noi sentiti con certe simultanee circostanze di luogo o di tempo, così queste idee di

luogo e di tempo o di altro restar sogliono connesse fra loro nella memoria, talchè nel rammentarne una, subito per tale connessione altra se ne presenta. Questo avviene non tanto nella reminiscenza de' fatti, quanto nella memoria verbale; poichè, ricordata una parola di una preghiera, per esempio, che frequentemente suol recitarsi, subito quella richiama la seguente, e così fin all' ultima si progredisce, specialmente se vi è molta abitudine; e talora ciò si fa involontariamente, per modo che alcuni sogliono dire il rosario dormendo. Da ciò siamo istruiti che per menare a mente un qualche discorso o poesia, sogliamo leggerla o sentirla con attenzione, così per le parole come per le idee contenutevi, non trascurando di profittare delle analogie con le nostre più ovvie parole e sentimenti, e di eseguire replicatamente. Questa forza di memoria si rende ciò prodigiosa coll' esercizio. Vi ha delle persone che col leggere poche volte un discorso o una poesia li ritengono in memoria. Questa forza intellettuale molto viva si dimostra nella fanciullezza, e si accresce se nell' età adulta si esercita. Essa s' indebolisce nella vecchiaja, fin ad estinguersi. Lo studio delle scienze meditative suol anche indebolire la forza della memoria. Nel

far uso della memoria verbale non vi ha dubbio che alla pura forza intellettuale si aggiugne anche un' azione materiale dell' udito, poichè al profferire una parola l' udito suggerisce per associazione de' suoni quello della parola seguente: e così avviene sempre nelle musiche, le quali perciò facilmente si ritengono a mente. Spesso, non ricordandoci la parola seguente, sogliamo strofinarci la fronte; e quindi si è voluto dire che il rammentare le idee è lo stesso che richiamare la sensazione; ma falso è però che la memoria sia la stessa cosa che la sensazione.

L' intelletto nostro, oltre la facoltà che ha di richiamare le impressioni sensuali nel modo che le ha ricevute, ha altresì quella di decomporle, cioè di rammentare e prendere in considerazione isolatamente una parte o qualità di esse idee percepite; il che dicesi *Astruzione*. Il contemplare separatamente le qualità delle idee, e paragonarle poi con altre, è l' operazione intellettuale che si chiama *Analisi*.

Io vedo un cavallo, e ne considero la sola figura senza curarmi della materia che lo compone; e posso anche disegnarla, ove il sappia fare. Questa figura posso a parte a parte paragonarla con quella di altri cavalli; posso anche

considerarne la sola forza, e paragonarla con altre, come con quella delle macchine a vapore; e così di ogni altra sua qualità. Senza questa forza intellettuale di astrarre l'uomo non avrebbe potuto costituire i sistemi scientifici di paragone e classificazione; poichè molti esseri si trovano classificabili sotto alcuni rapporti, e molti sotto altri, ossia sotto qualità comuni. Dal che è chiaro che l'astrazione è quella forza del nostro intelletto che più delle altre ci sublima.

Alla forza di astrarre, ossia di scomporre le percezioni, la nostra mente accoppia quella della ricomposizione. Se all'idea del cavallo, del quale ho considerata la sola forma, unisco l'idea dell'oro, mi figurerò il cavallo d'oro. Questa forza dell'intendimento di formarsi delle idee nuove anche inesistenti è stata chiamata da alcuni forza di *Concezione*; ed in virtù di essa prendono forma tali oggetti nella nostra immaginazione. Possono essi esistere realmente, senza che gli abbiamo noi mai veduti, come sarebbe un palazzo o altro, di cui leggiamo la descrizione precisa. Può altresì un oggetto concepirsi nella nostra immaginazione, e quindi realizzarsi, come sono i progetti che si fanno dagli architetti; e così tutti gli altri progetti di nuove intraprese. Possono

questi concepimenti essere regolari e possibili, se le idee su cui si fondano sono tali; e possono essere irregolari ed impossibili, se fondar si vogliano sopra idee viziose.

L'immaginazione, relativamente alla concezione, dicesi anche *Fantasia*; ma non sono questi termini perfettamente sinonimi. *Immaginare* delle cose, vuol dire *concepirle* ne' modi regolari ed ordinarî, senza abusare di tale forza; ma l'uscire da questa traccia, e passare a strani risultamenti è quello che dicesi *fantasticare* o *arzigogolare*. Alla forza di comporre che ha l'immaginazione si unisce anche quella di aumentare o diminuire la intensità delle proprietà e facoltà degli oggetti; e ciò vedremo quanto influir possa sulla nostra volontà, vale a dire sulla nostra morale; e possiamo pur dire che in gran parte quello che l'uomo fa pel suo bene risulta dalla forza della sua immaginazione. S'egli è saggio o scioperato, tutto deve alla sua immaginazione, perchè a seconda di questa egli opera. Il celebre Muratori assai si è diffuso sulla umana fantasia.

Dalla forza della mente di astrarre le idee degli oggetti percepiti risulta anche il giudizio. Consiste questo nell' assentire che fa la nostra men-

te, o negare la congruenza o discrepanza di due cose nelle loro qualità, dopo averle contemplate, ossia prese in attenta considerazione. Volendosi conoscere se una carta sia in superficie maggiore, minore, o eguale ad un'altra, metto l'una sull' altra, e vedo se gli orli della prima sieno più larghi o più stretti, o se combacino con gli orli della seconda. Nel modo stesso opera la nostra mente per giudicare di alcune idee astratte, vale a dire di alcune qualità che non può sensualmente paragonare. È questa una operazione tutta mentale.

Un giudizio, allorchè tutti possono farlo facilmente e prontamente, si ha come una verità patente, come un assioma. Tali sono: Il tutto è maggiore di una parte, e tutte le parti costituiscono il tutto. Al giudizio alle volte debbono concorrere molte considerazioni su le qualità delle cose; per cui ad esso preceder debbono dell' esatte percezioni e contemplazioni su di quelle col richiamo di altre idee. In ciò prevaler deve l' attenzione imparziale, se il giudizio si voglia imparziale; giacchè se particolari circostanze, o anche degli accidenti, richiamano più di attenzione su alcune idee che su altre, il giudizio riesce differente, ossia parziale per

quella parte su cui si è posta maggior attenzione. È questo un caso frequente ad avvenire ne' giudizî forensi, a malgrado che tutti i giudici sieno per volontà giusti.

Il ragionare è anche una forza dell' intendimento, ed è la più ampia, poichè per sostenere un assunto si pongono in opera tutte le facoltà intellettuali. Si espongono de' fatti con arte, talchè vi sia una chiara percezione; quindi si espongono delle opportune analogie per attirare gli altri ad analoghe conclusioni. Di ciò suole abusarsi, perchè è ben difficile che si trovino esatte analogie, e spesso si producono quelle che fanno al proprio conto di chi ragiona. Dopo tali esposizioni preparatorie, che han già prevenuta l' immaginazione, sieguono i giudizî.

Debbo in fine mostrare ove giunga la forza intellettuale nella scienza del calcolo. L' esame della traccia che tiene l' intelletto nell' istruirsi di tale scienza con una catena di esatti giudizî astratti, mi sembra inutile per coloro che conoscono tale scienza, e sanno fin a quale sublimità vi si giugne; come inutile mi sembra per coloro che tale scienza ignorano, perchè non m' intenderebbero affatto, anzi mi deriderebbero. Come far intendere idealmente che due

linee prodotte all' infinito sempre si accostano, e non mai convengono, come sono gli assintoti? Del pari impossibile sembra concepire gl' infinitesimi di primo, e di second'ordine ec. Non nego essere questo uno sforzo intellettuale, il quale serve a' Matematici di mezzo a ragionamenti complicati, e facendosi ritorno dalle infinitesime quantità alle finite, ne risultano grandi e sublimi verità, non altrimenti riconoscibili. Sono questi de' *meccanismi* opportuni a sussidiare le nostre forze intellettuali, e sono dessi cresciuti a misura che si è veduto la loro utilità così nelle scienze come nelle arti. Diofante introdusse il calcolo algebrico, ma da Leibnitz e Newton fu applicato alle quantità infinitesime; ed allora le linee curve furono assimilate alle rette, e le superficie globose alle piane per agevolare il nostro intendimento alla loro contemplazione.

Similmente, ad agevolare il calcolo de' numeri fu introdotto il meccanismo che gli Arabi copiarono dagli antichi Indiani, ora a tutti noto, il quale arricchito quindi del meccanismo de' Logaritmi ha data facilità ed esattezza a' risultamenti più ampî e complicati. Ora per tale ragione ci sembra maraviglioso lo sforzo che gli antichi Astronomi, come Ipparco ed altri, facevano ne' loro cal-

coli senza tali meccanismi, sebbene varj esempî abbiamo oggidì di persone che a mente, e senza alcun sussidio di scrittura, gravi calcoli eseguono. In ogni modo però, così l'invenzione di tali sussidj alla scienza del calcolo, come i calcoli stessi senza tali sussidj ci debbono mostrare fino a qual punto giugner possano le nostre forze intellettuali.

CAP. XVI.

DELL'INDOLE DELLE FORZE MORALI.

La volontà di tutti i viventi, qualunque ella sia, è mossa dai piaceri e dai dolori, che agiscono sulla macchina vivente e senziente; colla sola differenza nell'uomo d'esser questi sotto l'impero della propria ragione. Lo scopo della nostra volontà è di restare nel piacere in cui si trova, e di non uscirne, ma desiderarne anzi sempre un maggiore; e similmente, di evitare il dolore, se in esso non trovasi, e se in esso trovasi, cercare di fuggirne. Sono questi i continui sforzi e le operazioni della nostra volontà, ossia dell'Io pensante, o della mia mente. La nostra volontà ordinariamente si modella sulla massa delle idee

piacevoli o dolorose elaborate dal criterio della ragione col mezzo della immaginazione.

La forza di questa, come ho fatto altrove notare, vale ad accrescere o diminuire nella mente l' intensità dei piaceri, e ci lusinga alle volte anche colla facilità di poterli nuovamente avere. Non vi è chi non sappia per esperienza quale potenza abbia in noi la ricordanza di alcuni goduti piaceri, e con ciò il desiderio di poterli di nuovo godere. Lo stesso è da dirsi, in senso contrario, de' dispiaceri, tra' quali sono da porsi le privazioni di alcuni abituali piaceri, o pure gli eventi che formano in noi lo stato penoso. La forza della immaginazione giugne non solo ad accrescere o diminuire i piaceri e i dolori, ma a crearne di nuovi senza l' appoggio di alcuna sensazione. Questa forza immaginativa coll' andar oltre del reale forma ciò che dicesi ordinariamente *passione*, che i Latini dissero *passio* dal greco πασχω, *soffro*, poichè la privazione di un piacere porta un patimento. Si è da alcuni detto che le azioni umane sono animate dalle passioni, il che corrisponde a quanto per via di analisi da me si dice.

Di più, alla privazione del piacere, od al-

l'annunzio di essa, o anche di un nuovo stato penoso, noi sentiamo una ingrata sensazione alla regione che chiamano *praecordia* gli Anatomici; perciò volgarmente si è detto che le passioni attaccano e si appartengono al cuore.

La forza della immaginazione, così poderosa, che arbitra si rende della nostra volontà, giugne a mostrar facile ciò che non solo è difficile, ma alle volte impossibile, ed a suggerire tutti i tentativi opportuni all'acquisto di un piacere o all'allontanamento di un dolore. Essa suol anche far prendere una cosa per un'altra, ed alle volte fa perdere intieramente la ragione, alterando il sistema nervoso, e producendo la manìa. Non è ciò raro ad avvenire a coloro che invasi sono dall'ardente desiderio de' piaceri venerei; giacchè in essi all'azione della immaginazione si aggiugne il forte stimolo della carne.

Avendo l'immaginazione la facoltà di mostrarci alterati i piaceri ed i dolori, ne avviene che molti piaceri che si desiderano sono più grati a noi nel tempo che precede il godimento, che nell'atto di questo. Parimenti, molti dolori fisici si sentono più vivi pria di soffrirli, che nell'atto che si soffrono: e tali sono i supplizj.

Dopo aver mostrato come i piaceri ed i do-

lori con la loro rimembranza agiscono sulla nostra volontà mercè la memoria e l'immaginazione, vengo all'esame de' piaceri e de' dolori sensuali. È inutile il definire che cosa sieno piacere fisico e dolore fisico, poichè son dessi sensazioni da altre idee non precedute, e che ciascuno ben conosce col fatto. Deve però presumersi che la sensazione del piacere sia quella che concorre al benessere dell' individuo, e quella del dolore al suo malessere. Non si può per altro dir ciò assolutamente che de' soli bruti, a cui manca la ragione onde poter far distinzioni in alcuni casi.

Primamente, quando la nostra economia animale è in perfetta regola, allora noi non proviamo alcun dolore fisico, e lo stato di esistenza senza dolore è un godimento, anche se considerar non si voglia per godimento l' atto del pensare. Vi fu chi reputò questo uno stato indifferente, ossia medio tra il piacere ed il dolore; ma in realtà è quello del godimento, poichè da tale stato niuno cerca uscire, se non senta in sè un qualche penoso cangiamento. Tutti quelli che han tentato il suicidio, e non è loro riuscito, han confessato che in quel momento il loro animo non era tranquillo, ma preoccupato

da sì grave passione da desiderare l'inesistenza, smorzandosi in lui ogni rimorso per tale attentato.

In uno stato normale di salute e di mente l'uso della vista è un continuato piacere, ed è il senso più ampio, che nel tempo istesso, ossia con momentanea successione, più cose ci fa percepire; purchè non vi sia un' impressione troppo violenta di luce, o tal varietà di oggetti da offendere o stancare la nostra vista. È certamente piacevole una veduta che si estende fino a lontani paesi sparsa di variati oggetti; al qual piacere può aggiungersi ancora quello eccitato dalle idee grate di altre cose precedentemente sentite, anche con altri sensi: il che risulta dalla connessione che hanno cotali idee con gli oggetti presenti. Lo stesso effetto succede guardando immagini e quadri. L'esser privo della vista è certamente un grave dispiacere, specialmente se ciò avviene dopo essersi goduta; mentre che per gli ciechi nati è solamente la privazione di un piacere che non conoscono; ma è sempre per essi un dolore il non possedere un senso di cui conoscono il grande uso che fanno gli altri, a' quali soggetti esser debbono in società per soddisfare ai loro bisogni.

Anche il senso dell' udito si rende a noi somma-

mente grato, non solo per le piacevoli sensazioni de' suoni, ma ancora perchè ci procaccia il piacere di poter conversare con gli altri uomini, i quali col suono delle loro parole ci fan conoscere i loro pensamenti. Si è cercato di supplire alle parole i segni visibili per parlare ai sordomuti; ma questo metodo è molto stentato ed imperfetto. Singolare è poi il piacere della musica che si prova col senso dell' udito. Esso è tale che più suoni contemporaneamente fa ascoltare, e ciò fa sì che noi goder possiamo dell' armonia che essi fanno nel lor rapporto colle rispettive oscillazioni: oltre la melodia che risulta dalla successione di essi suoni. Non vi è sensazione più potente di quella che la musica produce a richiamare tutte le idee e le parole colla medesima connesse. Nel replicarsi una musica, durante la quale noi abbiamo veduto ballare e cantare, ed abbiamo mangiato e fiutati degli odori, ci ritornano alla mente le rimembranze di siffatte sensazioni, come altrove ho detto. Siccome è facile imitare colla voce una musica, così è un piacere il poter rammentare delle grate idee canticchiando delle arie, come fassi da molti.

Alcuni eruditi ignari dell' Acustica male a proposito han parlato dell' antica musica de' Gre-

ci, negando esser essa capace di guarire molti mali. Certamente l'antica musica esser non poteva differente dall'attuale nell'essenza, ossia in riguardo al rapporto de' numeri delle oscillazioni de'suoni tra loro, quando non si voglia stranamente supporre cambiata l'organizzazione del nostro orecchio. Se dunque è la stessa l'organizzazione dell'orecchio, i rapporti che i numeri delle rispettive oscillazioni hanno tra loro far debbono ora a noi le stesse sensazioni che facevano agli antichi Greci; e la stessa dunque esser dee quella progressione di tuoni che *scala diatonica* si chiama. Ma perchè, dirassi, la musica presso gli Antichi avea tanta forza da guarire i mali fisici? Presso gli Antichi si scrivevano distintamente i modi come modulare la voce nella declamazione, ossia discorso, i quali ora ignoriamo (1); e del pari è da credere che si scrivesse la musica; ma ciò non ostante le loro musiche non erano molto variate. Esse venivano spesso ripetute, come veggiamo fare oggidì, presso il basso popolo ne' suoi balli e stra-

(1) Si vegga il mio Opuscolo — *La Tonografia escogitata* — presentato alla terza Riunione degli Scienziati d'Italia in Firenze nel 1841.

vizzi ; onde è che più e più idee gioconde e piacevoli si associavano a que' tali suoni. Perchè non creder dunque che gli effetti della musica degli Antichi giovasse agl' infermi tanto pel richiamo di quelle grate sensazioni ed idee connesse ai suoni, quanto per l'effetto dell' armonia di questi ? (1)

(1) Varî anni sono fui interrogato dall'insigne Abate Amoretti di Milano, mentre io era in Puglia, circa la *Tarantola Pugliese.* Mi si dimandò se tale animaluccio fosse effettivamente velenoso, e se il male prodotto dal suo morso si guarisse colla musica, e quale fosse questa musica. Per accertarmi del fatto ben due volte feci rinvenire il ragno che chiamano Tarantola, e mi feci morsicare sul dosso della mano, senza applicarvi alcun rimedio; ed altro non soffrii che un doloroso tumoretto, ché dopo cinque in sei giorni sparì. Fui persuaso però che il male che volgarmente si attribuisce alla tarantola è prodotto dalla insolazione che suol soffrirsi nelle nude campagne pugliesi nel tempo della mietitura, di cui disse il Venosino Poeta : *Nec tantus umquam siderum insedit vapor siticulosae Apuliae* (*III ad Maecen.*). Escono in quel tempo a mietere anche gli uomini di città non avvezzi agli ardori del sole ; e parimenti escono allo spicilegio, mietuta la messe, tutte le donne miserabili ; onde è che non di rado sono colpiti, e più le femine che i maschi, dall' insolazione, la quale attacca il sistema nervoso, producendo una malinconia, ed anche uno

Passo al senso del gusto, che dà anche un ampio piacere all' uomo, aggiugnendo una molta grata sensazione all' istinto di alimentarsi per la propria conservazione. Quanto però giova questo senso, che soddisfà al primo e più necessario bisogno, allorchè moderatamente si usa, tanto nuoce quando fassene abuso: il che non di rado avviene, specialmente per l' eccessiva bevanda de' liquori spiritosi, che producono l' ubbriachezza. Per chi è abituato a bever molto di tali liquori, al piacere nel gustarli si aggiugne quello di un certo grato assopimento. Non vi è varietà di piaceri in verun altro senso quanta ve n' è nel gusto; ed è desso perciò quello che seduce più de-

sconcerto nelle facoltà intellettuali. Col suono loro prediletto e col ballo, richiamandosi le idee grate e gioconde che vi sono associate, come ho detto, ritorna alla sua regolare tranquillità il sistema nerveo. Non è dunque prodotta dall' armonia musicale la guarigione, come si credeva, ma dal richiamo delle sensazioni piacevoli. In fatti alcune donne miserabili, che pagar non possono i suonatori, ballano col suono solo del tamburello, il quale certamente non dà alcuna armonia. Inoltre mentre le pretese tarantolate ballano per la loro guarigione, si sogliono loro esporre sospesi ad un muro de' begli abiti da maschio, come a' maschi degli abiti da donne, per eccitar in essi delle lascive idee.

gli altri, stimolato anche dal bisogno già detto; poichè la fame è per l'uomo uno stato assai violento, e capace di muover l'uomo, come veggiamo, ad azioni le più criminose.

Sebbene il senso dell'odorato sembri essere stato all'uomo dato per conoscere la qualità dell'aria che respira, e quella degli alimenti dal loro odore, come veggiamo che i bruti fanno; pure l'uomo lo ha renduto un senso di piacere, stimolandolo con variati odori, e più di tutto col tabacco. Sulle prime questa polvere di un odore assai vivo e molesto coll'abitudine va a divenire piacevole. Vi sono di quelli a cui il tabacco è divenuto un bisogno di verace necessità, e l'esserne privi è per essi non solo un dispiacere, ma un danno alla loro salute; come avviene a coloro che si abituano a fumare.

I piaceri venerei esercitano su l'uomo moltissima forza morale, e non solo quando sono leciti per lo legittimo vincolo del matrimonio, ma disgraziatamente per molti anche senza esser tali. A questo vivo piacere per verità vien l'uomo sospinto dalla Natura, senza di che il genere umano non si propagherebbe; ma qualora esso è considerato sotto l'aspetto di solo piacere senza le prescrizioni convenienti alla civile so-

cietà in cui si vive, è più tosto contrario alla propagazione che favorevole, come è noto. Le rimembranze di questi piaceri si rendono alle volte violente per effetto della immaginazione, che vi prende parte, e li porta ad una forza la più potente sulla morale dell' uomo; talchè io credo che la maggior parte delle sue azioni sono dipendenti da tali rimembranze, specialmente per gli giovani distratti da altre occupazioni e per le donne, a cui la loro condizione non permette altrimenti poter brillare che co' vezzi dell' amore.

Nel considerare i piaceri ed i dolori, colla loro presenza e colle loro rimembranze, come forze morali dell' uomo, io ho considerato questo isolatamente, e non come un individuo della gran società umana. Mi riserbo mostrare essere l' uomo un animale per sua natura sociale: per ora solamente dir debbo che nello stato di civiltà a cui egli ora si trova giunto non può egli soddisfare a tutti i suoi bisogni e godere delle sue facoltà personali, senza essere in società. Crescono però i suoi bisogni ed i suoi piaceri a misura che cresce il suo incivilimento, come dirò appresso.

Sembrami ora opportuno fare una classificazio-

ne de' bisogni dell' uomo incivilito, poichè la soddisfazione di questi gli recano il piacere, e la privazione il dispiacere o dolore. Nella prima classe io pongo il bisogno di mangiare e di bere, poichè la fame e la sete sono i più potenti stimoli, che ci avvertono della perdita dell' esistenza. Alcuni han posto in questa prima classe anche lo stimolo della riproduzione. Questo è un errore di fatto, poichè tale bisogno è nel generale, per modo che se tutti ne facessero senza, si estinguerebbe l' umanità; ma non già nel particolare, giacchè molti celibi vivono perfettamente sani.

Viene in seguito il bisogno delle vestimenta e dell' abitazione, per garentirsi l' uomo dalle ingiurie del clima. Non vi è uomo selvaggio che non abbia cercato vestirsi con pelli di altri animali, e ricoverarsi in qualche antro. A ciò si aggiugne che lo stato sociale e la morale e politica decenza impongono di vestire in alcuni modi convenienti al proprio stato, il quale tante volte ordina che ciò si faccia con un certo lusso: ed allora questo addiviene necessità. Molto però alcuni spaziano il loro piacere nel lusso dell' abitazione e delle vestimenta, ed il non poterlo fare è per essi grave dispiacere.

È anche un bisogno quello di dar moto al corpo col camminare e con altri esercizi, qualora la salute lo permetta. La Natura ha impresso a' fanciulli l'istinto di muoversi molto, giovando ciò allo sviluppo delle loro facoltà meccaniche, che al benessere del loro corpo concorre; onde è che nell'età adulta la mancanza del moto fa cadere gli uomini in languore. Ordinariamente questo esercizio meccanico suol essere variato ed accoppiato ad altri piaceri, secondo la condizione dell'individuo e la sua intelligenza.

Ai bisogni, già detti, tendenti alla esistenza ed alla buona costituzione fisica, succedono quelli de' piaceri sensuali; sebbene questi, parte per l'abitudine che gli ha renduti indifferenti, e parte, al contrario, perchè esaltati dalla immaginazione, non si valutano nel modo stesso. Piace però a ciascuno di fare libero uso delle facoltà de' proprî sensi; sicchè ogni privazione o minorazione di tal libertà si rende dolorosa.

All' uso libero de' sensi segue, anzi spesso si congiunge, l'impiego delle facoltà intellettuali, le quali in tal modo si sviluppano e si migliorano. Piace all' uomo, ignaro che sia, sentire o leggere de' racconti. La curiosità è retaggio di ogni uomo, ed il soddisfare a questa è un piacere.

L' amicizia, detta da alcuni *legame de' cuori*, è assai dolce all' uomo sociale. Questa esser può tra persone dello stesso o di differente sesso. Alcune volte tra persone di differente sesso all'amicizia si unisce anche l' amore, se vi concorrano le opportune circostanze; ed allora rendesi assai più grata. Non vi è in fatti piacere maggiore di quello che pruovano due conjugi che all'amore accoppiano la sincera amicizia. Rendesi necessaria l'amicizia all' uomo immerso nelle disgrazie. Vero è che gli amici si mostrano solo nella prospera fortuna; ma non tali sono gli uomini veramente virtuosi. Se anche un amico sollevar non possa un disgraziato, perchè anch' egli povero, col conversare lo solleva dall'angustia dello spirito; e non vi è infatti più tenace amicizia che tra' disgraziati. Negli anni scorsi un vecchio portinajo di uno Stabilimento fu mandato via come settario, e si ridusse a mendicare. Avendo egli un cane, continuò a tenerselo. Io volli dirgli che nello stato miserabile in cui era mi sembrava soverchio dare a mangiare al cane. Egli mi rispose: *Signore, gittato nella miseria, abbominato da tutti, non mi resta altra consolazione che l' amicizia di questo animale!*

La pubblica opinione è una forza morale as-

sai potente per l' uomo incivilito, che ardentemente la brama favorevole. Vede egli nella sua immaginazione la lode o la mormorazione che gli altri far possano di lui nel pubblico, e cerca colle sue operazioni ottener la prima. Innanzi a tutto si brama esser reputato uomo morale e fedele a' proprj doveri, per potere inspirare fiducia agli altri, ed averli favorevoli in ogni occorrenza. In secondo luogo, ciascuno brama essere tenuto dal pubblico in quella caratteristica con la quale si è dal primo tempo annunziato, e far che si accresca, anzi che mancare, il suo buon nome. Questo vien suggerito dall' amor proprio; e ben pur vi ha di coloro che tenaci sono alla sagra massima di esser meglio un buon nome che le molte ricchezze; ma non però vi mancano Epicurei, che disprezzano la pubblica opinione per menare una vita tutta sensuale.

Vero è altresì che vi sono degli uomini moderati, che bramano menare una vita tranquilla e silenziosa, lontana da ogni tumulto, e non si curano della lode del mondo; ma generalmente a tutti piace far pompa di qualche qualità che secondo la sua fantasia creda vantaggiosa. Vi sono Nobili depauperati, che per mantenere lo stesso fasto che aveano, fanno risparmì anche so-

pra il loro ordinario cibo. Nelle grandi città coloro che comparir vogliono ricchi fanno delle gravi spese. Non così ne' piccioli paesi, ove si fa pompa della propria ricchezza comprando poderi.

Generalmente si cerca guadagnare l' opinione pubblica col mezzo di qualità pregevoli; ma disgraziatamente anche de' vizj di ogni genere fassi pompa con piacere da alcuni. Non è strano sentire dagli sgherri il racconto delle loro prodezze, che altro non sono che scelleraggini. L' uomo talora giugne a lodare il delitto commesso contro il suo simile, ed a vantarsene. Ov' è quell' animale che infierisca contro la sua specie? Quella ragione dunque che nobilita l' uomo al di sopra de' bruti, tante volte lo deprime al disotto di essi!

Oltre gli oggetti di necessità, la cui mancanza, come ho detto, forma la dispiacenza ed il dolore dell' uomo incivilito, vi sono quelli di comodo e di lusso, che non è facile distinguere tra loro, poichè ciò è relativo alla diversa immaginazione di ciascuno. L' avere un orologio che ben noti le ore, è un comodo; ma averlo di oro è un lusso; come lusso dee considerarsi per alcuni, attesa la loro condizione. L' avere una carrozza è un comodo; ma averla galante e con

buoni cavalli è un lusso, sebbene tale esser deve per appagare la pubblica opinione, secondo la condizione ed anche l' immaginazione del possessore. Molti altri piaceri sono di tal genere, come l' avere una bella casa, una bella villa, il frequentare il teatro ed altro, la cui mancanza è grave dispiacere per alcuni.

Vi sono anche de' piaceri per l' uomo istruito, come l' avere una biblioteca, o almeno averne l' uso per alimentare il suo amore per lo scibile. Similmente, è un piacere per un Naturalista avere una raccolta di oggetti naturali, su cui poter esercitare le sue investigazioni, un giardino botanico, una raccolta di macchine ec. ec. Una raccolta di antichi vasi o di monete sono oggetti gradevolissimi per un archeologo.

Quanto desiderabili sono per alcuni i piaceri sopraddetti per vivere una vita comoda e dilettevole, altrettanto lor si rende dolorosa la privazione di essi: ed ecco due forze morali che agiscono concordemente.

Il mezzo onde conseguire nella società i mentovati piaceri è la ricchezza; ed è per ciò che il desiderio della ricchezza comprende il desiderio di ogni piacere che può con essa procacciarsi. Ecco la general forza morale che agisce nel corpo so-

ciale, giacchè tutti sono intenti a conquistarla. Vi sono però degli avari che dimenticando l' uso delle ricchezze, limitano il loro piacere al solo acquisto dell' oro.

Ho detto che tutti i piaceri passano sotto l'elaborazione della immaginazione, la quale non sempre fedelmente rimembra le percezioni già avute, ma spesso altera, diminuisce o combina tali percezioni originali, e crea de' piaceri al tutto ideali, i quali acquistano alle volte massima forza sulla nostra volontà nelle morali azioni. Chi può dire quante passioni variate nascer possano per opera della immaginazione? Ella giugne a rappresentare il vizio sotto forma di virtù, e questa sotto forma di viltà e di debolezza. Lungo sarei se discender volessi a tali particolarità. Essa bene spesso esalta fino al furore le passioni più leggiere. All' amante fa vedere nell' oggetto amato ciò che non vi è; nell' odio e nella vendetta fa dimenticare alle volte i più sacri doveri. Si vede sovente l' un conjuge propinare la morte all' altro, il figlio attentar alla vita del padre, e viceversa. Ecco come l' immaginazione degrada alle volte l' uomo al di sotto de' bruti. Come la buona gente si compiace di aver fatto un bene ad un infelice, sollevandolo dalle sue mi-

serie; così la mala gente si compiace di aver renduto un uomo infelice per soddisfare alla sua vendetta. Chi dunque pone il suo piacere nel far del bene ai suoi simili, e chi a far loro del male. Tale è la forza della nostra immaginazione, che trasformando le idee, sprona ad operare oppostamente al giusto ed al dovere.

La nostra volontà dunque è sempre intenta a conseguire colle sue operazioni il massimo bene che può, e questo le viene rappresentato in vario modo dalla sua immaginazione. Se questa è retta ed esatta a mostrare il vero bene da conseguire, ed a valutare con attenzione le idee, la volontà del pari non errerà; ma se l'immaginazione sarà infedele nel rappresentare le idee, o mancante di attenzione nel valutarle, la volontà del pari sarà erronea.

Da ciò pare che io dir voglia che la volontà sia passiva e dipendente dalla immaginazione, mentre ognuno sente in sè esser essa libera. Per verità io sento in me lo stesso; ma trovandomi in un bivio, mi debbo decidere per una via o per un'altra: esito nella mia mente, ma finalmente mi decido, e talvolta mal volentieri, per una. Or io non so dire se opero contro la mia volontà, o se la mia volontà si oppone

al giudizio fatto nella mia mente. Qui trovo a proposito rapportare l' aurea descrizione che fa Ovidio del dubbio di Medea nel decidersi se seguir dovesse il suo amore per Giasone, o lasciarlo andar via secondo il paterno comando:

Sed trahit invitam nova vis; aliudque Cupido,
Mens aliud suadet: video meliora, proboque,
Deteriora sequor: quid in hospite regia virgo
Ureris? et thalamos alieni concipis orbis?
Metamorph. lib. 7.

Con molta eleganza ed ampiamente vien espresso il conflitto delle forze che si faceva nell'animo di Medea, dal Conte Giov. Andrea dell' Anguillara nella sua libera traduzione di tale Poema, ed ecco le sue parole;

Non può celar le piaghe alte e profonde,
Nè l' aspra passion, che la tormenta,
Medea; ma senza favellar risponde
Coi motti e coi sospir, ch' ella è contenta.
Partiti l' un dall' altro, ella s' asconde
Nella camera sua, che altri non senta;
E datasi all' amore in preda in tutto,
Così dà varco alle parole e al lutto:

Misera! qual fu mai sì gran cordoglio,
Che possa al dolor mio far paragone?
Ch' io son sforzata, e faccia quel che voglio,
D' oppormi alla pietade e alla ragione:
Ben di ragione e di pietà mi spoglio,
Se il valor del magnanimo Giasone
Lascio perir: ben ho di tigre e d' orso
Il cor, s' io posso, e non gli do soccorso.

La sua beltà, la sua fiorita etate,
La nobiltà, il valor, l' ingegno, e l' arte,
E tante altre virtù che il Ciel gli ha date,
Che il fanno a' nostri tempi un nuovo Marte;
L' amor promesso, e le parole grate,
Onde io di tanto ben debbo aver parte,
Ogni più crudo cor dovrian far pio
Di drago e d' aspe, e maggiormente il mio.

E quando ei fosse ancor mortal nemico
Di me, del padre mio, della mia gente
Per sangue sparso suo, per odio antico,
Per qualsivoglia passion di mente;
Di tante grazie avendo il Ciel amico,
Dovrebbe questo cor trovar clemente,
Che non mandasser tanto ben sotterra
I tori, il drago, e i figli della terra.

Si dipinge Medea agitata e dubbiosa tra il voler del padre e 'l suo amore. Ella conosce che la ragione le impone di dover seguire la volontà del padre, e non di seguir Giasone; ma la forza dell'amore per un eroe, qual crede Giasone, la sprona a seguirlo. Dice ella dunque: *Io vedo il migliore e lo approvo, ma sieguo il peggiore.* Or nasce il dubbio se la sua volontà si conformava alla ragione, e vedeva effettivamente il meglio e seguiva il peggio contro la sua volontà; o se cedendo la sua volontà alla forza dell'amore, abbia ella creduto per sè maggior piacere il seguir Giasone. Io credo che il solo moto convulsivo o frenesiaco spinger possa un uomo ad operare contro la sua volontà. Oscilla questa alle volte tra dubbî pria di determinarsi, perchè ora l'immaginazione le presenta la rimembranza di un piacere da preferirsi, ed ora quella di un altro che presso a poco lo pareggia; e così di due dolori. Decidendosi la volontà per uno, trovasi scontenta nell'altra oscillazione: e l'uomo allora crede aver operato contro la sua volontà. È questo il vero caso di poter dire coll'immortale Petrarca:

Nè sì nè no nel cor mi suona intero.

Son. 116.

Io ho innanzi detto che l'attenzione che mettiamo su di una sensazione o rimembranza le rende più efficaci nella nostra immaginazione: la quale attenzione è nel nostro libero arbitrio adoperarla. Questa nostra volontà allora non è stata da noi direttamente determinata, ma indirettamente, e come conseguenza del primo atto. Ciò bene spesso avviene ai giudici, i quali eccitati dagli avvocati a porre attenzione alle loro ragioni, secondo queste vengono a determinarsi.

È ben certo che la nostra volontà è sempre determinata da un principio preponderante, che chiamiamo *ragione sufficiente*. Il Conte Laplace nel suo Saggio Filosofico sopra le probabilità dice: « Gli avvenimenti attuali hanno coi
» precedenti un ligame fondato sopra il princi-
» pio evidente che una cosa non può comincia-
» re ad essere senza una causa che la produ-
» ca. Questo assioma, conosciuto sotto il nome
» di *principio della ragione sufficiente*, si
» estende anche alle azioni che si giudicano in-
» differenti. La volontà la più libera non può,
» senza un motivo determinante, dar loro na-
» scimento; perchè se, essendo esattamente simili
» tutte le circostanze di due posizioni, essa agis-
» se nell'una, e si astenesse di agire nell' al-

» tra, la sua scelta sarebbe un effetto senza cau-
» sa: ella sarebbe allora, dice Leibnitz, l' az-
» zardo cieco degli Epicurei. L' opinione con-
» traria è una illusione dello spirito, il quale
» perdendo di veduta le ragioni fugaci della scelta
» della volontà nelle cose indifferenti, si persua-
» de che si è ella determinata da sè stessa e sen-
» za motivo ».

Ho detto che le rimembranze de' piaceri e de' dolori che sopravvenir ci possono, determinano la nostra volontà, ma sotto l' impero della ragione. Questa all' uomo sano nelle sue facoltà intellettuali mostra esservi un primo Ente, supremo Creatore dell' Universo, e che questo Ente è increato, perchè primo non sarebbe, se da altro fosse stato creato. Questo primo Ente increato deve essere d' infinita intelligenza, e d' infinita potenza: il che arguiamo dall' Universo da Lui creato. Un Ente d' infinita potenza ed intelligenza esser deve infinito in tutti i suoi attributi, e specialmente nella sua giustizia. La giustizia divina dunque infallibilmente consiste, verso gli uomini, in premiare quelli che fanno buone azioni, ed in punire quelli che le fanno malvage. Ma come l' uomo deve distinguere le buone dalle cattive azioni? Dall' ordine del Mon-

do la nostra ragione distingue le buone dalle ree azioni, considerando che, avendo il sommo Dio dato a ciascun uomo le istesse facoltà personali, e gli stessi desideri per la esistenza e pel benessere, non deve un uomo questi beni godere egli solo, e privarne gli altri; deve anzi prestarsi perchè altri lo godano egualmente, e così concorrere alla volontà del Creatore. Con questo generale principio fondato su l' amore de' proprî simili, dee la nostra volontà determinarsi in ciascun'azione.

Fa poi orrore il solo pensare che l' uomo esser possa ingrato verso un Ente perfettissimo, da cui ha ricevuto l' esistenza ed ogni altro bene; tanto più che essendo Egli giustissimo, punisce i malvagi, e premia i buoni: il che è l'effetto infallibile della sua giustizia. Questa punizione e questo premio infallibili può la Divinità retribuire in questa vita all' uomo; ma se ciò non ha Egli fatto in questa vita, dobbiamo credere che lo farà nell' altra. Ecco come la retta ragione ci persuade di esservi un' altra vita dopo questa, come gli antichi Filosofi han giustamente creduto, secondo ciò che ce ne dice Cicerone nel Sogno di Scipione: e tale è stato anche l'universale sentimento di tutte le colte nazioni.

È questo lo sviluppo intellettuale dell' uomo nel dirigere le sue forze morali. Si è formata una scienza filosofica morale per tutti i casi in cui l' uomo, o per la sua picciolezza d' intendimento, o per la sua sregolata immaginazione, cader possa in errore nelle sue azioni.

Lo stesso supremo Creatore, vedendo la facilità in cui è l' uomo di poter errare nel dirigere la propria sua volontà nelle azioni libere, ha voluto colla sua propria bocca rivelarci che noi dobbiamo agire uniformemente alla sua volontà; anzi il divino Salvatore ne insegnò ad onorare il Creatore colla protesta di dover fare la volontà sua; e questa volontà di Dio consiste in un solo precetto, di amare cioè i nostri simili come noi stessi (1). Su questa base Gesù Cristo c' insegnò i morali precetti non solo colle parole, ma anche cogli esempj, sagrificando sè stesso sul legno della Croce per lo bene dell' uma-

(1) *Omnis enim lex in uno sermone impletur: diliges proximum tuum sicut teipsum.* Pau. Galat. c. 5. v. 14.

no genere (1). Se l' uomo dunque goder vuole nell' altra vita, dev' eseguire questi precetti (2).

Se per tutti gli uomini, io dico, le rimembranze de' piaceri e de' dolori regolar debbono la loro volontà nelle azioni, sotto l' impero però della ragione; pei Cristiani io aggiungo, sotto l' impero della santa Religione; anzi debb' esser questa per essi la forza onde resistere a' piaceri sensuali, come c' insegna il divino Salvatore (3); e S. Paolo ci avverte che i piaceri sensuali contrastano bene spesso coi religiosi, e ci distolgono quindi dall' ubbidire a questi (4).

Quindi è, che siccome si è da'Filosofi compilata un Etica filosofica colla sola ragione, io credei più opportuno compilare una Etica Cristia-

(1) *Christus Jesus, qui dedit redemptionem semetipsum pro omnibus.* Paul. Tim. c. 2, v. 6.

(2) *Si vis ad vitam ingredi, serva mandata.* Matth. c. 29, v. 17.

(3) *Vigilate et orate, ut non intretis in tentationem: spiritus promptus est, caro autem infirma.* Math. c. 26, v. 41.

(4) *Caro enim concupiscit adversus spiritum: spiritus autem adversus carnem: haec enim sibi invicem adversantur, ut non quaecumque vultis, illa faciatis.* Pau. Galat. c. v., v. 17.

na, mettendo in ordine didascalico tutti i precetti morali desunti dai Libri Evangelici (1). L' uniformità de' precetti morali filosofici con quelli della S. Religione, che ho io dimostrata, è la più chiara prova della veracità di questa.

CAP. XVII.

DELL' INDOLE DELLE FORZE ECONOMICHE.

Il vocabolo *Economia* significò presso i Greci la legge o il governo della casa (2). Il principale governo della casa, ossia della famiglia, è quello del suo mantenimento e benessere, i quali si ottengono colla ricchezza, come innanzi ho detto; onde è che fu chiamata anche *Economia* l'arte di formare la ricchezza. Nello stato sociale tutto ciò che all' uomo bisogna ottiensi col danaro, per cui fu questo volgarmen-

(1) *I precetti della Morale Evangelica posti in ordine didascalico dall' Arcidiacono Luca de Samuele Cagnazzi.* Questo libro fu umiliato a' piedi del Gerarca della Chiesa Pio VII, che si degnò accettarlo con un Breve per me assai lusinghiero.

(2) Il greco οικος vuol dire casa, e νο'μος legge.

te chiamato ricchezza. In realtà però la ricchezza, in riguardo al suo scopo, è ciò che è utile all'uomo, ed in riguardo alla sua origine, ciò che costa fatica. Non vi è cosa più utile all'uomo, che l'aria che respira; ma siccome non dee farsi altro che aprire la bocca per respirarla, non la reputiamo perciò come ricchezza. Similmente, l'acqua non si ha per ricchezza da colui che sta accanto ad un fonte; ma se dee mandarla ad attignere altrove, e pagare chi fatica ad attingerla e trasportarla, allora l'acqua addiviene ricchezza, perchè costa tale fatica, compensata colla mercede a cui ha dritto l'operajo per la sua sussistenza (1).

Prendendo inoltre in lato senso per ricchezza tutto ciò che bisogna all'uomo, distinguer però conviene ciò che è materiale da ciò che è immateriale. Il cibo, l'abitazione, le vestimenta, gli ordigni domestici sono cose materiali; ed immateriali sono il consiglio del medico nella infermità, le istruzioni de' precettori ed altre simili opere personali; ma precisamente si chia-

(1) *In sudore vultus tui vesceris panem.* Genes. c. III. v. 19.

mano ricchezze le cose bisognevoli materiali, sebbene col dare tali cose materiali si ottengano anche le cose immateriali.

Si distingue anche la ricchezza, circa il suo uso, in *immediata* ed in *mediata*. La ricchezza immediata è quella di cui si fa uso immediatamente, come è il pane. Il frumento è ricchezza mediata, giacchè per farne uso bisogna prima convertirlo in pane. E tali pur sono i libri d'immediato uso per un letterato; ma non per un idiota. Sono però anche ricchezza mediata per questo, qualora possa venderli. Socrate, al dire di Senofonte, dicendo che un generoso cavallo non era ricchezza per chi non sapea cavalcarlo, ma anzi un pericolo, intendeva dire che non era ricchezza immediata. Questa distinzione costituisce la base del cambio, o commercio sociale, secondo Condillac. Ogni uomo produttore di qualunque ramo di ricchezza, dopo averne prodotta una quantità immediatamente a sè sufficiente, se continui la produzione, servirà questa di uso immediato ad altri, cui possa egli venderla; e rendesi quindi per lui ricchezza mediata: ecco perchè dicesi in società ricchezza ciò che possa essere commerciabile.

Finalmente si distingue anche la ricchezza in

consumabile ed in *permanente*. Consumabile si reputa quella ricchezza che marcisce, se non vien consumata ordinariamente nello spazio di un anno dalla sua produzione, come sono le sostanze commestibili, le più necessarie alla nostra sussistenza. Le permanenti poi sono tutte le altre cose materiali necessarie all' uomo direttamente, o indirettamente.

Esposte queste definizioni, vengo a dichiarare essere mio scopo esaminare brevemente le forze produttrici delle ricchezze, e quelle che le fan circolare nel corpo sociale.

Essendovi, come innanzi ho fatto vedere, nell' Universo fisico due poderose forze della Natura, l'una di combinazione delle materie organiche, l'altra di dissoluzione colle forze meccaniche e chimiche, ecco due mezzi di cui l' uomo profitta con la sua fatica per formare le ricchezze.

Queste forze della materia di combinarsi e di dissolversi sono presentate dalla Natura a chi voglia profittarne, non altro bisognandovi che la mano dell' uomo, la quale associandosi ad esse le renda profittevoli alla produzione delle ricchezze. Ecco perchè lo Smith attribuì la formazione delle ricchezze al lavoro.

La principale forza adunque che la Natura adopera per produrre le ricchezze, ossia i materiali necessarj alla sussistenza dell' uomo ed a' suoi comodi, è la forza organica, e più di tutto quella di vegetazione. Con questa forza la Natura, come innanzi ho detto parlando delle forze organiche, assimila e riunisce i quattro principj costituenti i corpi organici, che sono l'ossigeno, l'idrogeno, il carbonio ed il nitrogeno, e forma le piante: principj che, come si sa, si contengono nell'acqua e nell'atmosfera. Nascono queste piante colle radici conficcate nel terreno, con le quali succhiano da questo l'acqua, e con essa i residui delle vecchie piante decomposte, se pur ve ne sieno, e null' altro; talchè niente la terra loro dà del suo, essendo essa una sostanza non organizzabile. Ciò non ostante, fin dalla prima antichità si è creduto che la terra, qual madre affettuosa, ci dia il sostentamento, perchè in verità senza di essa le piante vegetar non possono. Il dottor Quesnay fondò il suo sistema di Economia ponendo per principio: ***Il Sovrano e la Nazione non perdano giammai di vista che la terra è l'unica sorgente delle ricchezze*** (1). Certamente

(1) Massima III. Si veggano i miei *Elementi di Economia Politica*. Cap. II. §. 3.

la produzione vegetabile, che dicesi *rurale*, è la più abbondante, poichè la produzione animale, che dicesi *Pastorizia*, tutta si fonda su la vegetabile, che serve anche di alimento al bestiame.

La produzione che fisicamente hassi dalla vegetazione è tanto mirabile, che può quasi dirsi creazione, poichè consiste nella conversione dell' acqua e di alcuni principj sparsi nell' atmosfera e ne' più fetidi letami, in sostanze tanto preziose da servire a noi di saporoso cibo e di belle ed utili vestimenta.

Se la forza di vegetazione forma la massima produzione in Economia, a ragione ha essa meritato che l' uomo, a misura che ha progredito nella sociabilità, si applicasse con vie maggiore attenzione a renderla più ubertosa: ed ecco nata l' arte e quindi la scienza dell' Agricoltura, la quale consiste essenzialmente in associare l' opera dell' uomo a quella della Natura, per maggiormente profittare di essa forza. Non può certamente l' uomo aumentare la forza naturale vegetativa; quindi è che egli converge talora tutta la forza che ha un terreno alla produzione di quella sola specie di pianta ch' egli desidera. Sbarbica egli tutte le altre piante da quel terreno, e lo lascia così in riposo, perchè attragga

dall' atmosfera e non disperda i principj necessarj alla desiderata produzione; e quindi lo concima, per somministrare maggiori materie alle novelle piante; perciò disse Catone (1): *Quid est agrum bene colere? Arare; quid secundum? Bene arare; quid tertium? Stercorare*. Getta altresì il buon agricoltore nel suo campo il miglior seme di che brama la riproduzione. Egl' inoltre ingentilisce gli alberi cogl' innesti e con altri modi, perchè dieno frutti più saporiti; e finalmente garentisce le piante da'rigori del freddo, e le innaffia nei calori estivi.

Non adopera il pastore minori cure e preservare il bestiame da mali accidentali e dalle agressioni de' lupi e di altre fiere, ed a perfezionare i prodotti di essi animali.

L' uomo incivilito per animare la rurale produzione e le operazioni campestri, non poche macchine ha inventate, e non poche pratiche escogitate; onde è che se da per tutto, ove vi è terra, vi è in qualche modo agricoltura e pastorizia, sommamente però ne differisce la produzione, la quale è in ragione della rispetti-

(1) *De Re Rust.* c. 61.

va industria, purchè la terra sia egualmente fertile.

Se l' uomo ritornar potesse a quello stato di semplicità de' tempi Saturnali, allora dir potremmo col mantuano Poeta:

O fortunatos nimium, sua si bona norint,
Agriculos! Quibus ipsa procul discordibus
(*armis*,
Fundit humo facilem victum justissima tel-
(*lus*. (1);

Ma siccome lo stato d' incivilimento in cui è l' uomo è tale che anche i popoli più rozzi han bisogno di manifatture, così per le materie vestiarie (poscia che non si trovarono opportune le pelli degli animali), come per gli altri comodi della vita; si dovè dar l' uomo a' lavori di manifatture di ogni genere; e fu quindi necessariamente trascurata in parte la coltura della terra.

È qui da riflettere che l' uomo costituito, pel suo intendimento, padrone di tutte le cose create, ha saputo farle servire alla sua sussistenza, e comoda sussistenza, valendosi delle forze stesse della

(1) Georg. lib. II.

Natura ; e questo è ciò che dicesi *industria economica*. Egli ha veduto che le frutta raccolte cominciavano a fermentare e quindi a decomporsi, tale essendo il destino della materia organica, la la quale dopo aver costituiti i corpi organici, si discioglie, dando luogo a quelle che chiamiamo *forze chimiche*; ed ha veduto ancora che la parte dolce ossia zuccherosa si convertiva in un liquore spiritoso a noi grato e profittevole. Egli dunque seppe sospendere il progresso di tale fermentazione, e formò il vino. Nel modo stesso, avendo veduto potersi filare il pappo di alcune piante, come del cotone, con metodi meccanici ne ha formate delle tele. Similmente, vedendo che colla fermentazione le filamenta del lino si staccano dalla parte legnosa, si è servito di essa fermentazione per ottenere tali filamenti, e con metodi meccanici ne ha formate del pari le tele. In tali operazioni ben si vede che le materie grezze sono prodotte dalle forze organiche; e colle forze chimiche e meccaniche si rendono tali materie d'immediato uso per l'uomo. Così analizzando tutte le altre operazioni tendenti alla formazione degli oggetti necessarj alla sussistenza ed al ben essere umano, dir debbo che l'altra forza economica, ossia produttrice in economia, è quella

delle forze meccaniche e chimiche, di cui ho parlato, che costituiscono le altre arti.

La forza organica della materia di produzione è quella, come ho detto, di fisica produzione, che quasi crea le materie grezze. Pel contrario, tutte le altre arti non solo non accrescono materie alle loro opere, ma anzi le diminuiscono; e se vi aggiungono metalli o altri minerali, non può certo dirsi questa una fisica produzione. Ciò non ostante, dicesi *economica* produzione quella che colle arti civili, ossia di città, si eseguono. La tela di lino, sebbene prodotta dalla sola parte filamentosa delle piante, essendone però staccata con operazione chimica e tessuta con forza meccanica, è divenuta una ricchezza maggiore di quello che prima era.

Vengo ora a fare osservare che la produzione rurale fondata sulla forza organica si presta da sè alla produzione delle materie grezze, e non molta industria esige, come ho fatto notare; giacchè anche quando la terra si lascia in abbandono, non cessa di produrre erba spontanea; quindi è che l' agricoltore non fa che sostituire una produzione per sè utile a quella che gli è inutile. Onde è che la rurale produzione, se non perfetta, ossia ben intesa, trovasi però dappertutto: dap-

pertutto in fatti si trovano campi più o meno coltivati, e gregge ed armenti a pascolare. Se non che dagli Agronomi si valuta il prodotto di un terreno ben coltivato dieci volte maggiore del prodotto del terreno incolto.

Non così dir debbo della civile produzione, ossia delle arti, essendo questa tutta fondata sulle teorie meccaniche e chimiche, le quali sono suscettive di aumento a misura che progredisce l'incivilimento dell' uomo. La forza di produzione dunque delle manifatture e delle arti civili non è ovunque la stessa. Il progresso della Meccanica e della Chimica è stato tale da un mezzo secolo in qua, presso alcune nazioni, che non solo moltissimi processi di manifatture sonosi inventati, ma altresì delle macchine atte a perfezionare insieme e ad accelerare la produzione: il che dee dirsi specialmente delle macchine a vapore. Presso di altre nazioni le manifatture sono restate stazionarie, e con ciò di maggior fatica intrinseca relativamente alle altre. Le nazioni dunque presso le quali l' industria manifattrice è giunta a tale perfezione, sono poche in paragone delle agricole e di quelle presso cui è stentata la manifatturazione.

È vero che la produzione rurale è preferibile, perchè somministra all' uomo i materiali pel

suo sostentamento, e le materie grezze senza le quali le arti civili agir non potrebbero, per cui il citato Quesnay la preferì nello stabilire la prosperità di una nazione; ma egli non vide che l'attuale incivilimento dell'uomo ha renduto molte manifatture egualmente necessarie che i prodotti rurali: le quali proccurar si debbono col commercio. Ciò posto nelle piazze di commercio le nazioni agricole offrono i loro grani, i loro olî, e gli altri prodotti del proprio territorio, per avere manifatture e prodotti territoriali esotici, venuti da lontano o di un difficile commercio esercitato, al pari dell'industria manifattrice, da nazioni più incivilite. Siccome ho detto che le nazioni agricole sono più numerose delle manifattrici, così sono le offerte di vendita delle derrate territoriali maggiori di quelle di manifatture: ed ecco la cagione del decadimento del prezzo cangiabile de' prodotti rurali in paragone delle manifatture e delle derrate di lungo commercio.

Adamo Smith nella sua illustre opera sulle Ricchezze delle Nazioni mostrò che la ricchezza non è che l'accumulazione del lavoro *produttivo* ed *esigibile*. Chiamò così il lavoro dell'uomo che dà un risultamento o effetto permanente e materiale, ossia che cagiona tali modificazioni alle ma-

terie da far loro acquistare maggior valore. Chiamò poi lavoro *improduttivo* quello che sebbene utile all' uomo, non si versa su cose materiali da essere date o ricevute in commercio; tale è l'istruzione delle scienze, la difesa delle cause, il servizio de'domestici, ed altre cose di tal fatta. Disse questo illustre uomo che le forze della Natura sono in balia di chi voglia profittarne con la sua fatica, per produrre quindi la ricchezza: essendo questo un dritto innato dell' uomo. Non può dirsi dunque che l' opera dell' uomo sia la forza produttrice delle ricchezze, ma quella che pone in azione le forze produttive della Natura. Che l' uomo impieghi la sua opera ed anche le sue forze muscolari alle volte nelle arti di accordo con quelle degli animali o della Natura stessa, è ben vero; ma per lo più l'opera dell' uomo è causa occasionale di quella della Natura: così dando fuoco al cannone non è egli che produce le morti e le rovine, ma l' accensione della polvere a cui egli dà causa.

Se però l'opera dell' uomo non è quella che produce effettivamente le ricchezze indipendentemente dalle forze della Natura, è quella però che dà titolo a chi l'impiega di trarne profitto; poichè l'uo-

mo è nato per faticare, se vuol vivere (1). Non vi è titolo più sacro all'acquisto delle ricchezze necessarie alla sussistenza, quanto la propria fatica; onde è che colui che fatica per che altri acquisti le ricchezze, ha dritto ad una mercede.

Avendo il sommo Dio concesso all' uomo la terra, sulla cui superficie ha luogo l' organica vegetazione, da cui può egli trar profitto; si è creduto da alcuni che essa in ogni generazione ed in ogni tempo esser dovesse a tutti comune. E tal fu anche il pensamento di qualche Scrittore. Ma ecco ciò che Giovanni Locke ne disse: « Iddio ha » data la terra agli uomini in comune; ma poichè » l' ha data loro pei più grandi vantaggi, e per » quei maggiori comodi della vita che trar ne possa- » no, non si può supporre e credere ch' Egli in- » tenda che la terra resti sempre in comune ed » incolta (2) ». Certamente la terra non può essere coltivata senza che alcuno ne acquisti la proprietà, poichè non vi è uomo che impiega tanta fatica, quanta la benintesa agricoltura ne esige,

(1) *In laboribus comedes ex ea cunctis diebus vitae tuae. Genes.* c. 3. v. 17.

(2) Governo Civile c. IV.

sopra un terreno che sia in comune: per cui un terreno in comune resta incolto. Lo stesso esimio pensatore dice pure che il frutto spontaneo di un terreno in comune non si valuta che il decimo di quello coltivato; talchè i nove decimi del prodotto di questo sono dovuti all' opera della coltivazione.

Inoltre per poter essere un terreno ben coltivato bisogna che sia precedentemente preparato, val dire che sia purgato di acque stagnanti, di sassi, di sterpi, delle radici di erbe spontanee; che vi si facciano inoltre serbatoi di acqua per innaffiarlo o per abbeverare il bestiame, de' fossi perchè abbia scolo l' acqua, e case pei coloni. Nè si debb' essere restii, come si suole, a piantarvi alberi le cui frutta si debbano sperare dopo molti anni: *Carpent sua poma nepotes*, disse il mantovano Poeta. Lo stesso Locke, che dimostrò l' utilità della proprietà territoriale, dice in seguito che questa proprietà si acquista coll' anticipata fatica sulla terra (1).

Essere il lavoro l' unico e sacro titolo all'acquisto de' beni è stato riconosciuto e richiamato in

(1) Governo Civile c. IV. §. 21.

vigore in questi ultimi tempi da Davide Ricard inglese, nelle sue profonde Teorie Economiche. Siccome prima dagli Economisti per valutare il prezzo naturale delle derrate manifatturate si mettevano a calcolo le mercedi, ossiano i valori delle fatiche concorse a formare esse derrate manifatturate, cominciando dal dare il prezzo alle materie grezze occorrenti, calcolandole dalla rendita delle terre che prodotte le aveano, e tenendo conto del lavoro anticipato a formare le macchine, e de' capitali occorsi; il signor Ricard disse che la terra considerar si poteva anche come macchina produttrice acquistata col lavoro proporzionato al valore dell'acquisto ed alla coltivazione. Egli, sempre esatto ne' suoi ragionamenti, non ammette altro titolo all'acquisto delle terre, che il lavoro, ed a ragion di questo dice che stabilir si debbe il valore de'prodotti territoriali. Da ciò risulta che se la terra valutar si dovesse, giusta una tale teoria, secondo la quantità del lavoro impiegato a prepararla alla coltivazione; quand' essa fosse tuttavia intatta ed incolta, non dovrebbe meritare alcun prezzo. Noi però veggiamo che la terra incolta dà una rendita al proprietario: dunque, secondo le dette teorie, l'acquisto di tali terre sarebbe stato ingiusto, ossia

fatto per invasione. Ma perchè non dire piuttosto che siffatto acquisto è sostenuto da una convenzione sociale? Comunque però sia la cosa, resta fermo che la fatica dell'uomo, qualunque essa sia meccanica o intellettuale, è un titolo all'acquisto delle ricchezze per ciascun proprietario; ma non già la causa assoluta della loro reale produzione, la quale risulta massimamente dalle forze naturali.

Esposti questi principî, vengo ora a fare qualche necessaria osservazione sulle due forze di produzione, relativamente alla consumazione ed al commercio. Ho detto innanzi che la rurale produzione, che costituisce la ricchezza consumabile, è quella necessaria al mantenimento della popolazione; ond'è che bastevole esser deve al bisogno di questa. Si è giustamente detto che crescendo la popolazione, crescer debbono i mezzi della sua sussistenza. Ma non può dirsi che crescendo la sola sussistenza debba crescere la popolazione; poichè in varie regioni dell'America, benchè la sussistenza sia di molto cresciuta, la popolazione è quasi stazionaria, giacchè l'uomo non è come il bestiame che ha bisogno del solo cibo. E qui si noti che la ricchezza consumabile, per dirsi sufficiente alla popolazione, debb'esser tale che percorra tutto il corpo sociale, giacchè se essa non giugne agli estremi, ossia alla misera gente, questa perisce.

Quello che ho detto de' prodotti rurali intendo replicare per le manifatture, e specialmente per quelle di prima necessità. Debbono ambe le forze produttive in economia agire di concerto per supperire ai bisogni delle popolazioni, nè l' una soverchiare l' altra, principalmente ove non siavi commercio. Laddove però vi sia commercio, può darsi una derrata soverchia per riceverne altra che manchi. Da ciò risulta che il commercio anima le forze di produzione, specialmente se esso si fa dalla nazione istessa; poichè il commercio è anche un' arte lucrativa, che accresce valore alle derrate; mentrechè, facendosi da estranei, questi, oltre il lucro che fanno in detrimento de' nazionali, dan pure a costoro la legge ne' prezzi e nelle condizioni de' contratti.

Evvi poi una considerazione a fare nel commercio circa il cambio delle derrate, ed è che sebbene da ambe le parti si faccia esso a prezzo cangiabile, il quale non deve essere minore di quello naturale, ossia di produzione; pure è desso sempre pregiudizievole a quella parte che dà derrate territoriali. In primo luogo, come altrove ho detto, le offerte di tali derrate sono maggiori, perchè sono più numerose le nazioni agricole, che le manifattrici. In secondo luogo, non

potendosi le derrate territoriali tenere a lungo, bisogna darle pria che marciscano; e ciò nella concorrenza fa ribassare il prezzo per chi voglia venderle subito. In fine, dandosi derrate grezze per derrate manifatturate al prezzo presso a poco naturale, ossia di produzione, calcolato sul lavoro e quindi su la mercede de' rispettivi operai, la quale per gli artieri di opere di lusso è doppia o tripla di quella de' campagnoli; ne avviene che sebbene la bilancia commerciale vada del pari, nondimeno la nazione agricola dà più sussistenze de' suoi individui per averne meno. Questo danno cresce a dismisura colla opinione della moda, se adottar si voglia dalle nazioni agricole; poichè alla consumazione reale si aggiunge la consumazione ideale.

Quello che ho detto tra 'l commercio di due nazioni l' una agricola e l' altra manifattrice, intendo applicarlo a' produttori rurali, ed a quelli addetti alle arti civiche nello stesso Stato; sebbene in tal caso ogni profitto che una classe faccia sopra l' altra resta nello stesso paese. Conviene però che siavi una proporzione tra i lavori di ambe le classi pel bene reciproco, i quali per altro da sè si equilibrano, quando non siavi commercio esterno; giacchè per mezzo di questo si dà quello che

soverchia di una produzione per aver quello che manca. Certo è però che fortunata è quella nazione che pel suo bisognevole dipenda il meno possibile dalle altre.

CAP. XVIII.

DELL' INDOLE DELLE FORZE POLITICHE O SOCIALI.

Perchè non si creda che in una materia tanto delicata quanto è la Politica io apportar voglia novità nel trattare delle sue forze, accoppierò al mio ragionamento le opinioni de' più antichi Scrittori, presso de' quali confessar dobbiamo essersi formata la sana Politica.

L' uomo è un animale socievole, e viver bene non può isolatamente, come l' esperienza ci mostra. La prima società dell' uomo è quella che fa il marito colla moglie per la generazione de' figli, e la loro nutrizione ed educazione; e quindi colla sopravvenienza di essi si estende questa famigliare società. Non può però questa rimanere isolata, ma ha bisogno di unirsi ad altre, per costituire quella che politica società si appella. Noi veggiamo i popoli selvaggi o erranti dividersi in orde, e ciascuna famiglia addirsi ad un' or-

da per esserne garentita nelle aggressioni, e soccorsa in altri accidentali bisogni. Livio ci narra che Romolo, seguendo il costume di altri fondatori di nuove città, di radunar cioè uomini vili ed abjetti, e dir quindi essere essi nati dalla terra, un asilo preparò a fuggiaschi di finitimi paesi, servi o liberi che fossero, desiderosi di novella condizione (1). Tutti i rifuggiti nella novella città trovarono la propria sicurezza e mezzi onde poter vivere, uniformandosi però alle leggi date da Romolo. Ecco presso a poco il principio di ogni società politica, senza l' immaginato Patto Sociale.

Lo scopo della politica società è il benessere degl'individui; la quale esser dee composta non solo di più famiglie, ma anche di più paesi,

(1) *Deinde, ne vana urbis magnitudo esset adiiciendae multitudinis causa, vetere consilio condentium urbes, qui, obscuram atque humilem conciendo ad se multitudinem, natam e terra sibi prolem ementiebantur, locum, qui nunc septus descendentibus inter duos lucos est, Asylum aperit. Eo ex finitimis populis turba omnis sine discrimine, liber an servus esset, avida novarum rerum perfugit: idque primum ad coeptam magnitudinem roboris fuit.* Tit. Liv. lib. I. c. 8.

perchè capace sia di resistere alle aggressioni nemiche, e di provvedere a' bisogni scambievoli. Di più deve in essa regnare l' ordine, in modo che ciascuno goda il libero esercizio delle proprie facoltà (1). Da ciò risulta che la prima e principale *forza politica* consiste nella persuasione od opinione che aver deve ciascun individuo sociale di dover vivere in società ben costituita; e trovandosi in questa per nascita o per iscelta o per altri accidenti, esserne deve pienamente contento. Sarebbe desiderabile che in una società tutti gl' individui avessero tale persuasione, la quale può sola produrre la massima forza politica di uno Stato. Quando tutti gl' individui sociali avessero questa persuasione nelle aggressioni, tutti allora concorrebbero a proccurare il bene comune ed a respingere colui che cercasse intorbidare quel sistema sociale ch' essi credono il migliore. A misura poi che vi sieno degl' individui che dissentano da questa opinione, la forza politica

(1) *Finis Civitatis est bene vivere. Civitas autem est generum pagorumque societas, vitae perfectae ac per se sufficientis. Hoc est, ut diximus, bene ac beate vivere.* Aristot. Polit. lib. III c. 6. Leon. Aret. interpr.

s' indebolisce, e non concorrono tutti al benessere sociale. Sogliono esservi altresì degl' individui che niuna affezione attaccano a quel tale stato politico: e questa è la massa indifferente, la quale non aumenta la forza politica, ma piuttosto la diminuisce. Lo stato di persuasione degl' individui sociali più o men favorevole al Governo è quello che dicesi da alcuni *spirito pubblico*.

In ogni società politica, qualunque sia la sua costituzione, il comando debb' essere unico, perchè vi regni l' ordine. È questa una massima conosciuta fin dai tempi di Omero (1). Unico dovendo essere il comando, qualunque forma abbia un Governo, può sotto tal riguardo considerarsi come monarchico (2). Al sommo Impe-

---

(1) *Multos imperare malum est.*
Omero, Iliad. lib. II.

In popoli imperio mali dominantur, et rerum imperiti judicant; unde magna rerum confusio et perturbatio sequantur necesse est. Herod. lib. III. Hist.

(2) *Unum Imperii corpus unius animo regendum videtur .... Non aliud discordantis patriae remedium, quam ab uno regatur.* Tac. lib. I. Annal.

rante che comanda corrisponder si deve colla perfetta ubbidienza da tutti senza eccezione, se la salvezza della politica società si voglia (1). Cicerone, mostrar volendo nel suo prezioso libro *de Republica* quanto valga il saggio governo di un solo, rammenta che Romolo non solamente diede nascita al Popolo Romano, ma lo lasciò anche adulto e quasi nella pubertà (2).

Felice certamente è sotto tutti i sensi l'analogia che fassi da Seneca della politica società col corpo umano. Parlando egli a Nerone per indurlo ad essere clemente, gli dice: « Tu sei l'ani» ma della Repubblica, e questa il tuo corpo: » vedi bene dunque quanto sia necessaria la cle» menza; poichè tu perdoni a te stesso nel per» donare agli altri. Bisogna anche perdonare a' cit» tadini colpevoli, considerandoli come membri

(1) *Incolumitas regni in eo sita est, si Principi omnes parcant.* Xenophon. lib. VIII.

(2) *Videtisne igitur unius viri consilio non solum ortum novum populum; neque ut in cunabulis vagientem relictum, sed adultum iam, et pene puberem?* Cic. de Rep. lib. II. c. II.

» deboli e languenti; e quando occorra far qual-
» che salasso, bisogna essere moderato per non fare
» un' apertura più grande del bisogno » (1). Dal considerare la politica società come il corpo umano risulta in primo luogo, che debba esservi un interesse scambievole tra il Sovrano ed i sudditi, poichè il benessere dell' uno dipende da quello degli altri. Questo benessere scambievole forma la stabilità del corpo sociale e la persuasione sopraddetta, che è la principale forza politica, anzi la base delle altre. Quindi è che il Sovrano amar deve i suoi sudditi come suoi figli (2), ed essere intento sempre a formare la loro felicità, affinchè di essi felici possa egli servirsi (3).

(1) *Animus Reipublicae tu es, illa corpus tuum: vides, ut puto, quam necessaria clementia sit; tibi enim parcis, quum videris alteri parcere. Parcendum itaque est etiam improbandis civibus, non aliter quam membris languentibus; et si quando misso sanguine opus est, sustinendum est, ne ultra, quam necesse sit, incidas.* Sen. de Clemen. lib. I. c. 5.

(2) *Bonus Princeps erga subditos similis esse debet bono patri familias erga filios.* Crysant. dictum, penes Xenoph. lib. VIII.

(3) *Hoc propositum debet esse Principis, ut subditos suos felices faciat, ut iis felicibus uti possit.* Xenoph. de Cyri Poedia lib. VIII.

Ma come un Sovrano dee farsi amare? Pria di tutto col sostenere la giustizia contra ogni privato interesse, e far prevalere solamente il bene pubblico con le buone leggi e colla loro esecuzione (1). Onde è che Ciro il grande avea per massima che la maggior custodia di un Sovrano consiste nella virtù e nell' amore de'suoi sudditi (2). Da ciò risulta a ben riflettere che il sovrano arbitrio è nella inversa ragione della stabilità politica.

Messa l' analogia tra il corpo politico ed il corpo umano, dobbiamo ammettere che i Magistrati e tutti gli altri Impiegati di rami ammistrativi, che sono in conseguenza incaricati di far eseguire le leggi, ossia la volontà che emana dalla testa del Governo, rappresentano il sistema nerveo. Se poi è in potere del Sovrano aumen-

(1) *Ut Monarchia bonis legibus instituta est omnium Reipublicae formarum praestantissima; sic bonus Rex est velut Deus quidam inter mortales.* Plato in Polit. dialogo.

(2) *Si Reges amant suos, ab eis amantur.* Arist. lib. V. Polit.

tare la forza politica colla saviezza delle leggi, che producono il benessere sociale, molto più è in potestà de' Magistrati e di tutti coloro che rappresentano la Sovranità l' aumentare tal forza col far eseguire siffatte leggi (1).

Bisogna però che il Sovrano sia ben attento nella scelta di que' Magistrati che star debbono appresso lui per consigliarlo nella formazione delle leggi, ch' esser sempre debbono dirette al pubblico bene (2). Ed in ogni altra cosa che dalla sua volontà dipende, debb' egli esser sempre intento alla stabilità della forza politica (3). Tacito però osserva essere ben duro il persuadere al Principe ciò che conviene; e che, pel contrario, è facile, anzi piacevole, adularlo (4).

(1) *Leges absque Magistratu inutiles.* Plato, lib. IV. de Legibus.

(2) *Salus publica suprema lex esto.* Cic. de Legibus lib. III.

(3) *Leges in quaque Reipublicae forma legitimum imperium definire debent, non autem cujusque imperatoris arbitratus.* Plato, in Polit. dialogo.

(4) *Nam suadere Principi quod oporteat, multi laboris: assentatio erga Principem quemcumque sine affectu peragitur.* Tacit. Hist. lib. I. c. 15.

A ciò si aggiugne che per quanto saggi e fedeli suppor si vogliano i Consiglieri del Sovrano, non cessano essi però di considerarsi come pastori mercenarj del gregge, e non proprietarj; per cui è ben difficile che non preferiscano la loro privata utilità alla pubblica (1); il che è un tradimento al Sovrano ed al popolo, ed affievolisce la forza politica. Da ciò risulta che se senza grave bisogno si cumulano debiti allo Stato, si prepara un penoso politico avvenire, che può anche molto indebolire la forza politica.

Solito è poi de' Magistrati, nel far eseguire le leggi, addurne per ragione essere tale la volontà del Sovrano. Dovrebbero essi piuttosto mostrare la ragione per la quale dal Sovrano sono state quelle dettate, affinchè se una legge sia per alcuni odiosa, non se ne getti da questi l'odiosità sul Sovrano, nè si creda ch'egli abbia operato col perverso principio: ***Hoc volo, sic jubeo, sit pro ratione voluntas*** (2). Questa condotta dei

(1) *Magistratus ne privatam suamque utilitatem praeferat unquam publicae.* Plato, lib. I. de Rep.

(2) *Juvenalis satira* VI.

Magistrati non fa che indebolire la forza sociale. Dovrebbero inoltre aver presente tutti essi ciò che diceva Agatone, cioè: ch' essi comandano ad uomini, e non a bruti; che dipartir non si possono dalle leggi; che la loro carica non è perpetua (1).

Supponngo poi che le leggi sieno sagge e capaci di produrre l'ordine sociale per lo benessere degl' individui. Ma esse giovar non possono ove regna la corruzione? Allora dir conviene con Petronio: *Quid faciunt leges ubi sola pecunia regnat?* Perchè inoltre le leggi aver possano vigore, conviene che vi sia la morale pubblica (2), e che vi sia oltracciò la buona fede nella sua integrità; poichè questa è la base di ogni umana società; come, pel contrario, la mala fede è la distruzione della medesima (3).

---

(1) *Agathon dicere solebat Magistratum trium debere meminisse: primum quod imperet hominibus; deinde quod secundum leges, tertio quod non semper imperet.* Stobaeus, serm. XLIII.

(2) *Quid leges sine moribus vanae proficiunt?* Horat. lib. III. od. 24.

(3) *Fides est fundamentum societatis humanae.* Plato, lib. V. de Legibus.

Perchè poi regnar possa l'ordine in una società politica, e goder quindi ciascuno il libero esercizio delle proprie facoltà (il che è ciò che dicesi benessere sociale, da cui risulta la maggiore estensione della forza politica), regnar vi deve altresì inviolabilmente la giustizia, da cui resti abbassata la prepotenza. Interrogato Solone che cosa potesse maggiormente giovare alla fermezza di una società politica, rispose: *Incoraggiare i buoni co' premj, e punire i rei con pene proporzionate* (1). E lo stesso disse Platone (2). Per vincere ogni prepotenza, che è quella che cagiona l'impunità de' rei e l'oppressione degl' innocenti, non vi è altro mezzo che lasciar libero l'accesso al Principe (3).

(1) *Solon interrogatus quid magis ad Reipublicae salutem prodesset? Respondit: Si boni premiis invitantur, mali autem poenis coercentur.* Stob. serm. XLI.

(2) *In Republica bene morata et praemia recte agentibus, et supplicia peccantibus proposita esse debent.* Plato, in Polit. dial.

(3) *Aditus ad Principem non debet esse difficilis.* Xenoph. lib. I. de Cyri Poedia.

Ho detto che l' esecuzione delle leggi dipende dalla retta morale e buona fede pubblica. E poichè queste sono regolate da' principj di Religione, come ho mostrato di sopra; la Religione è dunque necessaria sommamente alla fermezza della politica società, al dir di Platone (1), perciocchè, come dice lo stesso, il timore di Dio è la base della giustizia, da cui dipendono le buone leggi (2). Colui dunque che cerca distruggere la Religione nello Stato sociale, cerca distruggere ancor questo (3). Ond'è che l'uomo il quale non conosce Religione è da tenersi come la peste dell' umana società (4). Se ciò dice un Filosofo pagano, che dir ne dobbiamo noi? Trova la forza politica il massimo sostegno nella santa Religione Cristiana.

Sono le scienze del pari necessarie nella poli-

(1) *Religio vera est firmamentum Reipublicae.* Plato, lib. IV. de Legibus.

(2) *Omnis aequitatis, ex qua bonae leges pendent, firmamentum est Dei metus.* Plato, lib. VIII. de leg.

(3) *Itaque omnis humanae societatis fundamentum convellit, qui Religionem convellit.* Plato, ibidem.

(4) *Veri Dei ignorantia est summa omnium rerum publicarum pestis.* Plato, ibidem.

tica società, essendo esse animatrici delle forze economiche, come ho mostrato, e come il conferma altresì il comune detto, che *Nazione ignorante non fu mai ricca*; ed a misura che si aumenta il comodo sociale, aumentasi ancora la forza politica. Principalmente poi sono desse necessarie a' Consiglieri ed a' Magistrati per lo retto governo de' popoli. Platone, al dire di Boezio (1), credeva felice quella nazione che fosse governata da uomini sapienti, o se i suoi Governatori si occupassero nello studio della sapienza. Si vuole alle volte abusare della massima troppo divulgata: *regnum regnare docet*; e si pongono degl' inesperti nelle cariche, quasi che il vascello fatto fosse pel pilota, e non questi pel vascello (2). Cicerone nella sua insigne opera della Repubblica dice che tra gli uomini destinati a governare i popoli, quegli debb' essere prefe-

(1) *Sententia Platonis est, beatas fore Respublicas, si eas vel studiosi sapientiae regerent, vel earum rectores studere sapientiae contigisset.* Boet. de Consul. Philos.

(2) *Non populus causa Gubernatoris, sed Gubernator causa populi sit.* Plato, de Leg.

rito a tutti, il quale a' suoi talenti naturali e ad una civile istituzione abbia congiunta quella sapienza che dai libri e nelle disputazioni si acquista. E soggiunge che nulla può esservi di maggior pregio del saper riunire nel maneggio dei grandi affari la pratica e la scienza? (1).

Riprendo l'analogia del corpo politico col corpo umano; e debbo qui richiamare l' idea del signor Canard sulla circolazione delle ricchezze consumabili nel primo, come quella del sangue nell' altro (2). È ben noto che il nostro sangue assorbendo nel polmone l'ossigeno, si rende atto a vivificare le parti del nostro corpo; onde è che spinto dal cuore nelle arterie, scorre per tutti

(1) *Quod si quis ad ea instrumenta animi, quae natura, quaeque civilibus institutis habuit, adiungendam sibi etiam doctrinam et uberiorem rerum cognitionem putavit, ut ii ipsi qui in horum librorum disputatione versantur, nemo est, quin eos anteferre omnibus debeat. Quid enim potest esse praeclarius quam quum rerum magnarum tractatio atque usus cum illarum artium studiis et cognitione coniungitur?* Cic. de Republ. lib. III. c. 2.

(2) *Princ. d' Econ. politique.*

i vasi, anche capillari, e produce la vita; ritorna quindi nel cuore per le vene privo di ossigeno, e spinto nuovamente nel polmone, si rende di nuovo attivo alla vita. Nello stesso modo i mezzi di sussistenza, e principalmente il frumento, vengono dalle campagne, e si spargono per tutte le classi delle popolazioni per vivificarle, e ritornano convertiti in danaro nelle mani de' produttori; e questo danaro, promovendo la rurale industria, serve alla riproduzione de' nuovi mezzi di sussistenza. Questa regolare circolazione sostiene il corpo politico; e pare da ciò giusto che ogni individuo che consuma i mezzi di sussistenza, alla loro riproduzione sia tenuto a concorrere. Disse in fatti il Creatore all' uomo: *Tu mangerai il pane col tuo sudore* (1).

Gli uomini poi, secondo ciò che ho detto, non solo aver debbono, pel loro benessere, la sussistenza, ma altresì l' ordine sociale e la sicurezza; onde è che se alcuni si occupano alla riproduzione de' mezzi di sussistenza, altri si oc-

---

(1) *In sudore vultus tui vesceris panem.* Genes. c. III. v. 19.

cupano a mantenere la tranquillità e la sicurezza pubblica; ed è quindi giusto che i produttori lascino a pro di questi una parte dei loro prodotti (1). Poichè dunque la sola produzione non basta al mantenimento del corpo sociale, ma vi debbono concorrere tutte le altre circostanze che al benessere popolare conferiscono (2); quindi è che tutte le altre classi della civile società non produttrici di ricchezza, ma utili alla società stessa per lo suo benessere, han dritto di partecipare alla detta produzione.

Conviene però che le contribuzioni che pagar si debbono da' produttori per concorrere al benessere sociale, non sieno altronde gravose a segno da affievolire ed esaurire la sorgente produttiva delle ricchezze territoriali; poichè allora

(1) *Neque quies gentium sine armis, neque arma sine stipendiis, neque stipendia sine tributis haberi possunt.* Tacit. Hist. lib. IV.

(2) Si vegga la mia Memoria *sul periodico aumento delle popolazioni*, letta nella R. Accademia delle Scienze di Napoli nel dì 16 Aprile 1819—posta avanti al primo volume della mia opera *Saggio sulla popolazione del Regno di Puglia*.

si viene a produrre l' infelicità sociale in luogo del benessere, per cui l' Imperatore Tiberio rescrisse ai Presidi che voleano indurlo a gravar di balzelli le provincie, esser dovere de' buoni pastori tosare, e non divorarsi le pecore loro affidate (1).

Debbo in fine far qui notare, che io ho inteso per *forza politica* quella persuasione che determina gli uomini ad unirsi e sostenersi in società con un tale o tale altro sistema politico; la quale forza è assoluta in ogni società, sia grande sia picciola, ed è proporzionale ordinariamente al benessere degl' individui.

Agli Statistici è piaciuto chiamare anche *forza politica* la grandezza o potenza relativa degli Stati, la quale principalmente dipende dalla quantità rispettiva di popolazione, supposto però che tutti nutriscano nel loro cuore quella che io chiamo *forza politica*; poichè se essi non sono da questa animati, non ostante la grande popolazione, il loro Stato sarà debole. Qualora

(1) *Praesidibus onerandas tributo provincias suadentibus rescripsit, boni pastoris esse tondere pecus, non deglutere.* Suet. de duod. Caes. lib. III.

finalmente la nazione si supponga bene intenzionata e nel suo benessere, ed il suo territorio le corrisponda in estensione e fertilità, e siavi l'energia degli operai e l'intelligenza degl'imprenditori, allora può aversi la produzione proporzionale alla popolazione; e quindi le sue finanze, ed un sufficiente armamento sia di terra sia di mare (secondo che la sua posizione il richiede), saran valevoli a ben sostenere il suo sistema sociale ed a raffermare la sua forza politica.

FINE.

TAVOLA ANALITICA

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTA OPERA.

CAPITOLO I.

CAPITOLO II.

CAP. III.

Dell' indole delle forze di coesione in generale. 25

CAP. IV.

Dell' indole delle forze di affinità. 32

CAP. V.

CAP. VI.

Dell' indole delle forze della luce. 55

CAP. VII.

CAP. VIII.

CAP. IX.

CAP. X.

Dell' indole delle forze organiche. 120

CAP. XI.

Dell' indole delle forze concorrenti alla nutrizione. 139

CAP. XII.

CAP. XIII.

CAP. XIV.

CAP. XV.

CAP. XVI.

CAP. XVII.

CAP. XVIII.